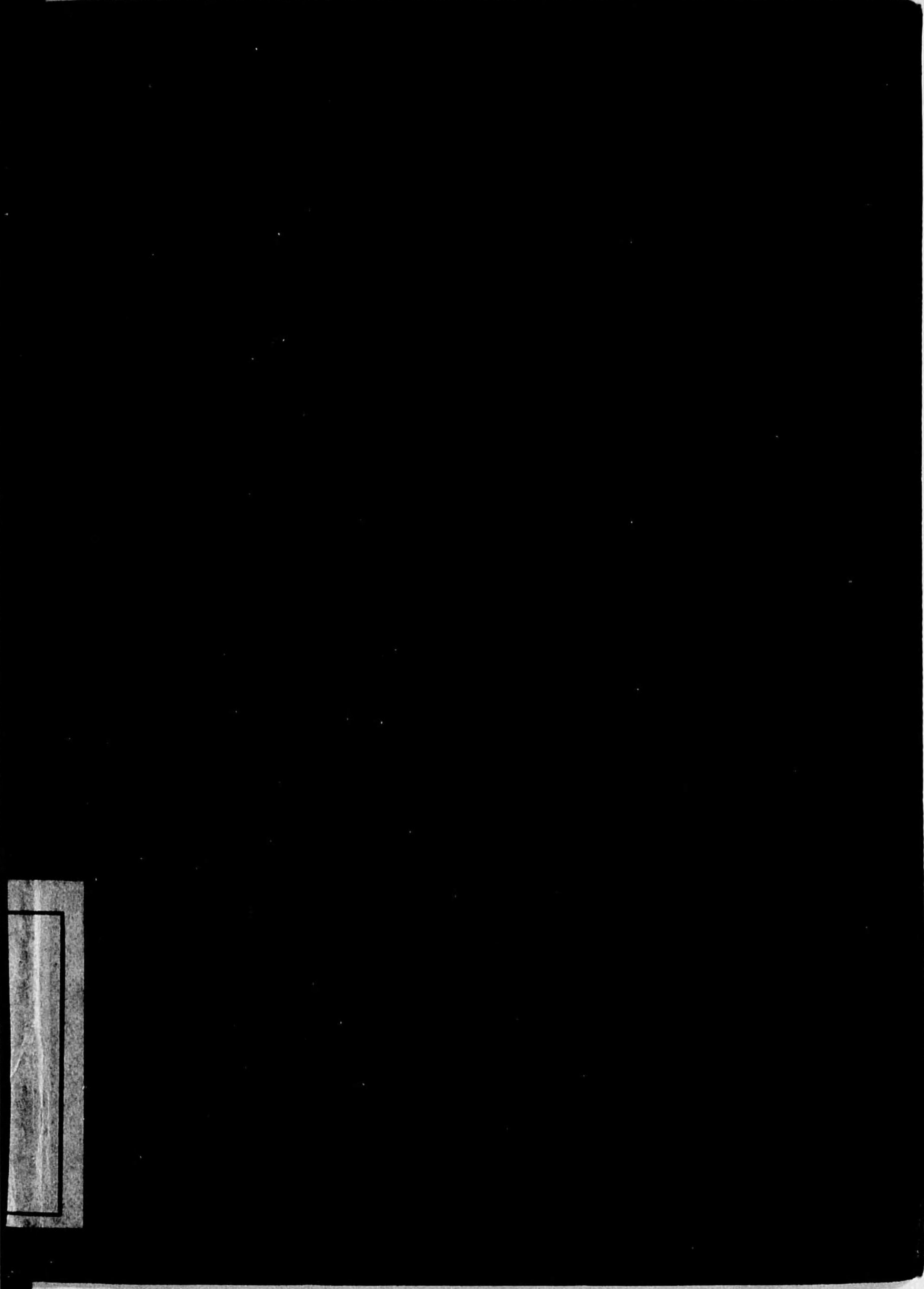
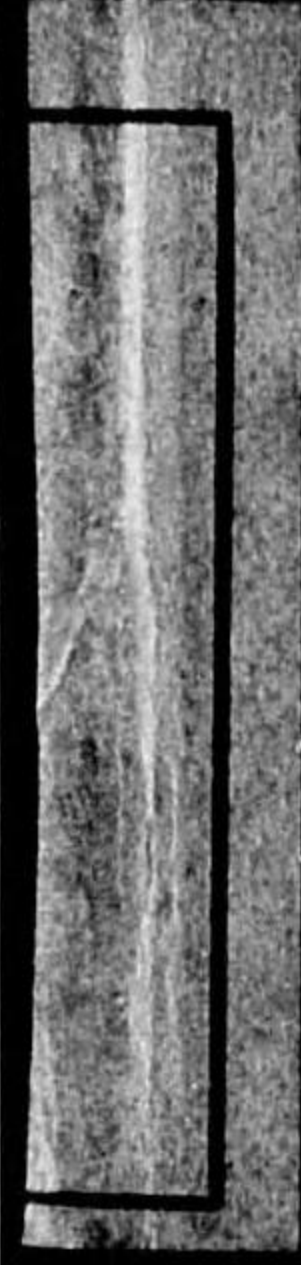


始

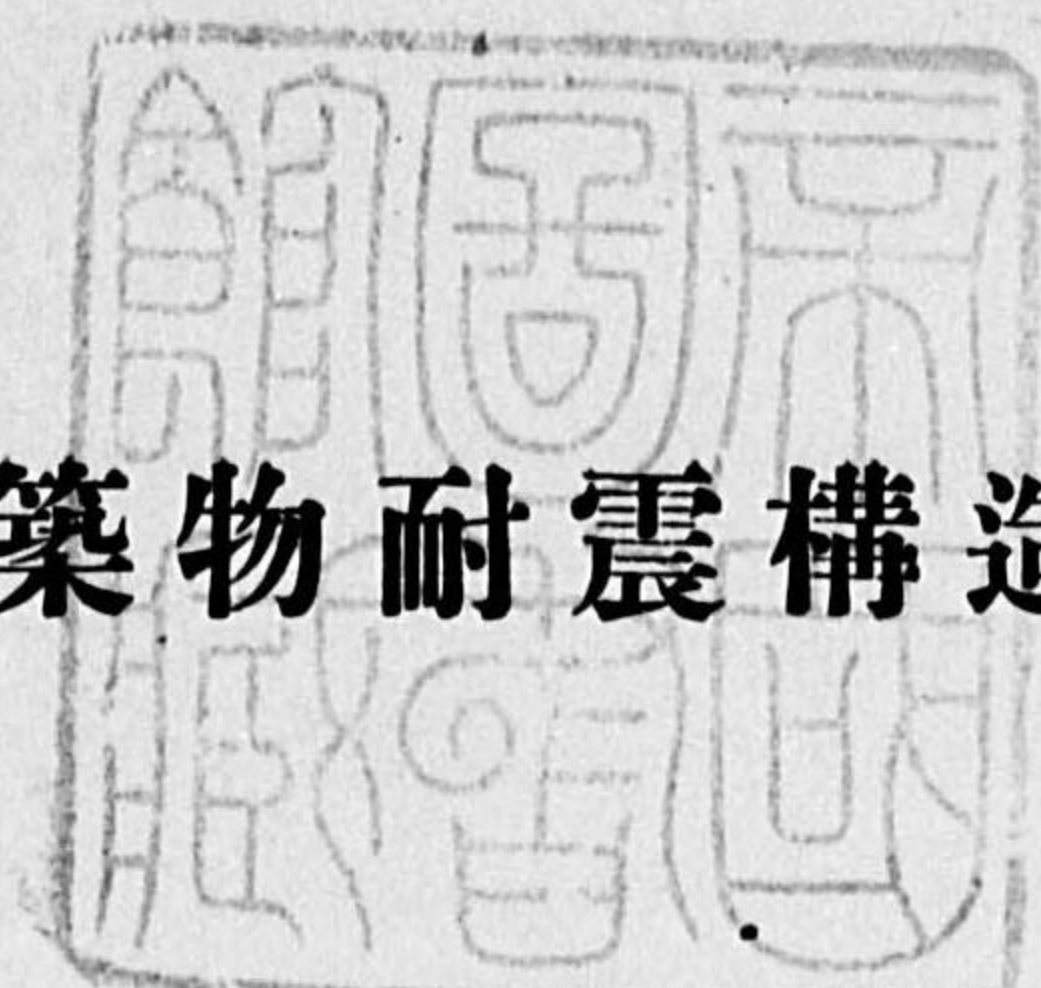


530  
81

535

524.91  
N77

# 建築物耐震構造要項



日本學術振興會編

岩波書店



序

地震國たる我國に於ては、構造物は總て耐震的でなければならぬのであつた、耐震的ならざるものは構造物たるの資格を缺くものと云ふも過言でない。耐震構造のことは早くより斯界先覺者の努力によつて相當の發達を見たのであるが、偶々大正 12 年の關東大震災以來、新に多數の人々によつて種々の方面から熱心に研究せられたのである。而して日本學術振興會に於ては問題の重要なに鑑み、更に徹底的に且つ有效適切なる諸研究を行ふこととし、斯界の研究者を網羅して昭和 9 年 4 月第 14 小委員會を設置したのである。

爾來各委員は熱心に耐震構造に関する諸問題殊に地震動に関する研究、構造物の振動性に関する研究、構造物の耐震強度に関する研究、耐震設計法に関する研究或は振動制御に関する研究等を進めたのであるが、昭和 11 年 1 月佐野が第 14 小委員會委員長の席を汚すに及んで、以上の様な基礎的研究を更に進めると共に各汎の調査研究を綜合して耐震構造に関する構法の標準を考究して、今日の程度に於ける最高の指針たるべき「建築物耐震構造要項」を編纂することとなつた。然して研究編纂には全委員がこれに當ることになつたのであるが、原案は下記 5 名が特別委員としてこれを作成することとした。

特別委員長	佐野利器
特別委員	田邊平學
同	武藤清
同	幹事 小野薫

特別委員 幹事 河野輝夫

小野委員は幹事として諸汎の事務にも當つたが昭和14年3月滿洲國に轉任したので委員を辭し、河野委員が代つて幹事となつたのである。

特別委員は數次の會合を重ねて、要項の構成と立案擔當者を下記の通り定めた。

第1章 總則	武藤委員
第2章 木構造	田邊委員
第3章 鐵筋コンクリート造	武藤委員
第4章 鐵骨構造	武藤委員
第5章 煉瓦構造	河野委員

立案擔當者の手によつて諸案が一應出來ると章毎に特別委員會を開いてこれを審議したが、その回數は總計凡そ100回に及び日子も3箇年を越えた。

この間全委員の會合する機會ある毎に中間報告をなして所見を求め進行を圖つたのである。斯くて遂に昭和16年夏に至つて漸く全體の成案を得たので、同9月2日全委員會を開いて慎重に審議し、茲に全委員の名に於て報告發表することが出来るに到つたのである。

但し一言斷つて置かねばならぬことは、學術的のものであるから本要項中の總ての事項に互つて全員の意見が總て一致して居ると云ふ譯には行かぬことである。中には全く正反對の學説を持つてゐる人もある。この種の事項を専門學者を以て構成する委員會で編纂する以上蓋しこれも止むを得ざる所である。

「建築物耐震構造要項」は以上の經過を以て生れたもので、その目指すところは耐震に關する今日迄の總ての研究を綜合し専門技術家に對し現在の程度に於ける學術上の最高指針を與へんとする處にある。本要項が廣く世界の技術界に寄與し得るならば本委員會の最も幸とする所である。

終りに望み全委員の名を掲げ長期に互る各員の努力に對し厚く敬意を表するものである。

昭和16年12月

日本學術振興會 佐野利器  
第14小委員會委員長

## 日本學術振興會第 14 小委員會委員

委員長	東京帝國大學名譽教授	佐野利器
委員	東京帝國大學教授	内田祥三
委員	日本發送電株式會社技師	河野輝夫
委員	地震研究所囑託	齋田時太郎
委員	東京帝國大學教授	妹澤克惟
委員	北海道帝國大學教授	鷹部屋福平
委員	東京帝國大學教授	田中豊
委員	東京工業大學教授	田邊平學
委員	東京工業大學教授	谷口忠
委員	京都帝國大學助教授	棚橋諒
委員	早稻田大學教授	内藤多仲
委員	京都帝國大學教授	坂靜雄
委員	土木試驗所技師	松村孫治
委員	東京帝國大學教授	武藤清
委員	東京帝國大學教授	山口昇
舊委員	滿洲國大陸科學院研究官	小野薰
舊委員		故井坂富士雄
舊委員		故石本巳四雄
舊委員		故物部長穂

## 目次

## 第 1 章 總 則

## 第 1 節 地震動と被害

	頁
1. 地震動	1
2. 震源距離と地震動	2
3. 表面層と固有振動週期	3
4. 地震動の激しさ(震度)	4
5. 地震に伴ふ地變	6
6. 建築物被害の概要	7

## 第 2 節 耐震的計畫上の注意一般

1. 概説	8
2. 平面及び立面計畫	9
3. 敷地の選定	10
4. 基礎	11
5. 震後の火災	12

## 第 3 節 建築物の耐震的設計方針

1. 地震動豫測難	13
2. 建築物振動豫測難	13
3. 設計方針	15

## 第 4 節 耐震構造法一般

1. 概説	16
2. 木構造	16
3. 鐵筋コンクリート造	17
4. 鐵骨造	18
5. 煉瓦造及び石造	18

## 第 5 節 耐震計算法

1. 概説	18
2. 震力	19
3. 應力計算上の注意	22
第6節 材料の耐力を對象とする計算法	
1. 概説	25
2. 荷重	26
3. 材料の耐力度	26
4. 材形	28
第7節 特殊の構造	
1. 免震的考案	29
2. 柔構造の考案	30
3. 五重塔の特殊性	30
参考文献	31
第2章 木 構 造	
總 說	41
第1節 構造計畫	
1. 構造の方針	42
2. 計畫一般	43
3. 基礎に関する注意	45
4. 木構造の安全度	45
5. 特殊の構造	46
6. 木材の特性その他に関する注意	47
第2節 構造上の注意	
1. 仕口, 継手	48
2. 組立材	54
3. 土臺	58
4. 柱	59
5. 梁	62

6. 筋遣	62
7. 方杖	67
8. 控柱	69
9. 壁體	70
10. 床組	72
11. 小屋組	73
12. 屋根	73
第3節 保存及び修理	74
第4節 防火上の注意	75
参考文献	76
第3章 鐵筋コンクリート構造	
總 說	81
第1節 構造計畫	
1. 概説	83
2. ラーメン	83
3. 壁體	86
4. 床版	90
5. 基礎	91
6. 版構造	92
第2節 構造上の注意	
1. 施工	93
2. 鐵筋	94
3. 柱	96
4. 梁	97
5. 壁體	99
6. 床版	100
第3節 應力計算上の注意	
1. 弾性	101

viii	目次	
2.	ラーメン	101
3.	床版	101
4.	剪断力分布係数	102
	参考文献	104

#### 第4章 鉄骨構造

	總説	106
	第1節 構造計画	
1.	高層建築	107
2.	平家建	108
3.	大スパン構造	109
	第2節 構造上の注意	
1.	概説	110
2.	銲	110
3.	熔接	112
4.	トラス	113
5.	梁	114
6.	柱	116
7.	剛節仕口	117
8.	柱脚及びピン	119
9.	筋違その他	121
10.	鉄骨鉄筋コンクリート	121
	参考文献	122

#### 第5章 煉瓦構造

	總説	123
	第1節 構造上の注意	
1.	構造の方針	125
2.	計画一般	126

	目次	ix
3.	壁體	127
4.	壁體補強	128
5.	石材混用	130
6.	切妻壁, 煖爐用煙突その他	133
7.	基礎	134
	第2節 材料及び施工上の注意	
1.	概説	134
2.	煉瓦	135
3.	モルタル	135
4.	施工	136
	参考文献	136





## 第1章 總 則

### 第1節 地震動と被害

#### 1. 地震動

地震動は地殻（殊に地塊）の突然の變動を源とし、そこから地殻中を傳播する波動並にそれに依つて地殻に惹起された運動である。

震源は火山の爆發による如き場合は單純なるを常とするが地塊の變動による場合は必ずしも單純ではない。震源は非常に長い線に沿ふこともあり又非常に廣い地域に亙ることもある。即ち震源には大小あり、震動時間にも長短がある。従つて震源その物は時に著しく複雑なるものである。

震源より地殻を傳波する波動には縦波（疎密波）と横波（捩れ波）との二種がある。地殻の構造は均質ではなく、異つた性質のものが層をなすが故に各層の境界面に入射する地震波は新に屈折波と反射波とを生ずる。これ等新發生の波は必ずしも入射波と同一型のものとは限らない。従つて震源から發した單純な波動と雖も相當距離に波及するときには頗る複雑な波動となる。しかのみならず地表に沿うて傳播する種々な性質の表面波も加はつて更に複雑さを増すのである。斯くして震源より相當距離にある一地點に於ける地震動は各般の波動を集合して極めて複雑なる立體的の振動となるのである。

斯くの如き一地點の複雑なる地震動もこれを垂直成分と水平成分とに分けて考へて見ることが出来る。前者を上下動と呼び後者を水平動と呼ぶ。又これ等上下と水平との地震動は各々これを單弦運動の集合と見做して、

その中の主要なる部分の週期，振幅又は加速度を以てその性質を表はすことが出来る。

地震動を地震計に依つて観測すると，先づ最初に小振幅の振動を記録し或時間繼續して後に突如として大きな振幅の振動を記録し，相當時間繼續して漸次微弱となり，後遂に止むに至るを常とする。初めの小振幅を初期微動と呼び，後の大振動を主要動と呼ぶ。建築物に被害を及ぼすものは主として加速度と振幅との大きい主要動の作用であると考へられる。初期微動は震源より出發した縦波を基調とし主要動は横波を主とするものであるが，中に表面波も混在する。

## 2. 震源距離と地震動

地震動中には縦波，横波及び表面波がある。これは前に述べた所であるが，その傳波速度は縦波最も速く，横波これにつき表面波は最もおそい。

縦波を主とする初期微動の繼續時間が震源距離に略々比例するものこの故である。

縦波と横波とは立體的に傳播するものでその振幅は完全弾性體中でも距離に逆比例して減少するが，地盤の弾性は不完全であり，不連續であり，且つ粘性をも有するので更に振幅の減少が著しい。表面波は平面的に傳播し，その振幅は距離の平方根に逆比例して減少するので遠きに及んでも縦波横波よりも殘存する譯である。又震源から傳播する地震波の成分には種々の週期を含むのであるが，遠く離るゝに従つて週期の小なるものは減衰して週期の大なるものがよく殘存する。

これらの関係によつて遠距離となれば週期の大きい表面波だけとなつて仕舞ふのである。

かくして震源に極く近い地點に於ては初期微動も主要動も區別なく，即

ち縦波も横波も殆んど同時であり，上下動も水平動も共に激烈に衝撃的に活動するのである。震源から少し離れた地點に於ては初期微動繼續中相當の上下動と強い水平動を感じ，やがて水平動を主とする激烈な主要動に入り週期振幅を變化しつゝ相當時間繼續の後漸次消滅するのである。而して震源から餘程遠い地點に於ては初期微動は微弱であり，上下動は殆んど感ずることなく初期微動繼續時間は相當長い。主要動に入つても振動は緩慢であり，週期が大きいために，假令振幅の大なるものがあつても激しさを感じることがない。且つその繼續時間は割合に長いのである。

## 3. 表面層と固有振動週期

或る地點に於て變位地震計又は加速度地震計に依つて澤山の地震動を観測すると，略々近似の振動週期の振動成分が割合に數多く，即ち卓越して存在することが認められる。かゝる卓越週期は地盤に依つて同一ではない。即ち割合に近接し，而かも地盤條件の異なる二地點に於いて同一地震に依つて起された地震動を比較するに兩者に夫々卓越して存在する週期に著しい差異のある事實がある。これは表面層の固有振動が地震波の刺戟に依つて誘發せられるものと解釋されて居る。

観測の結果に依つて加速度の大きい卓越週期の例を擧ぐるに下の如くである。

場 所	卓越週期
東京本郷帝大構内	約 0.3 秒
丸 の 内	約 0.2 秒及び 0.6 秒
横濱の山下公園	約 0.49 秒及び 1.2 秒
筑 波 山	約 0.05 秒

地盤の卓越週期はその上にある建築物の固有振動週期によつては共鳴を

誘致することとなる筈であることを思ふと頗る重要な事柄である。但し上記の数値は割合に小さな地震に依る観測の結果であつて、大地震の際激震地に於ては果して如何に現はるかには猶疑問に屬することであり、又建築物の固有振動週期は被害の進展に依つて變化するものであることも併せ考へ置かねばならぬ事實である。

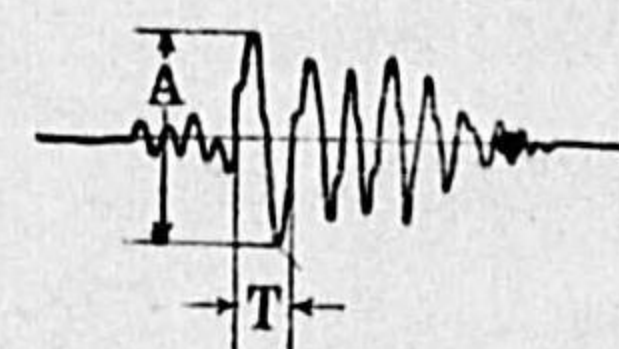
4. 地震動の激しさ(震度)

震度階 既述の様に地震動は極めて複雑でこれを単弦運動の集合と見做しても振幅及び週期の異なる種々の成分を含んでゐるので、地震動の激しさを簡単に表はすことは困難である。

今日我が中央氣象臺に於て地震の激しさを表すために用ひる震度階は次の通りである。

震度階	名 稱
0	無 感 覺
I	微 震
II	輕 震
III	弱 震
IV	中 震
V	強 震
VI	烈 震

主要動中最も激烈な部分を單弦運動の一部と見做すことが出来ればその最大加速度の値  $\alpha$  は次の通りである(第1圖)。



第1圖

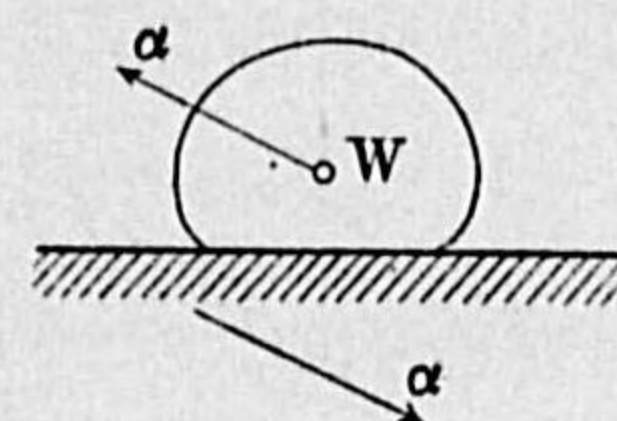
$$\alpha = \frac{2\pi^2 A}{T^2}$$

ここに A …… 全振幅  
T …… 振動週期

これ即ちこの地震中の最大加速度であり、この數字を何等かの方法を以て測定又は察知、或は判定することが出来たならば、これを以てこの地震の激しさを表はす一つの指數となすことが出来る。

震度 耐震構造の方面に於ては地震中の最大の水平及び上下の加速度を採り、それが重力の加速度に對する比を震度と稱し、これを以て地震の激しさを表はす指數としてゐる。

地震と運動を共にする剛體の重量を W、質量を m とし(第2圖)地動の最大加速度を  $\alpha$  とする時は物體は地盤に對して相對的に、逆方向に  $\alpha$  なる加速度をうけ従つて下の震力 F を受くることになる。



第2圖

$$F = \alpha m = \frac{\alpha}{g} W = KW$$

ここに  $K = \frac{\alpha}{g}$

即ち地震動の最も激しい時に地と運動を共にする總ての剛體はその重量の K 倍の震力に作用せらるゝことを知り得るのである。

かくの如き震度の考へ方を以てすれば、激しさが力と直接に結ばれてゐる關係上、地震動の破壊力を簡明に掴み得る便宜がある。

K は 0.1 とか 0.3 などと云ふ數字である。又 K の中で水平の成分を k とし、上下の成分を  $k_1$  とする。 $k_1$  は震央附近に於ては相當大にして相當の作用があるけれども少しく離れると頗る小となり、作用は主として水平即ち k に歸する。依つて距離の觀念を稀薄にして一般的に云ふならば、激しきは水平震度 k に依つて代表せしむることが出来る。

なほ構造物の震害を考へるに當つては震度のみでは不充分で時間的因子即ち繼續波數並に週期及び振幅の變化等も併せてこれを考慮することが必

要である。關東大地震に於ける本郷帝大内の觀測に依ると、その振動記録は次の如きものであつた。

主要動の初めの部分の振動は、その週期が平均 1.35 秒、初めから3週期後の全振幅は 8.6cm、この部分を單弦運動と假定すれば、最大加速度は  $98\text{cm}/\text{秒}^2$ 、震度は約 0.1、その後續いて一層大なる波動が現出したけれども週期は約 2 秒、若しくはそれ以上となり、初發から 40 秒位まで一層緩慢な大震動が陸續として表はれ、1.5 分頃に至りて週期 4 秒程の波動となり、引續き最初から 10 分間は極めて大なる波動を示したのである。

これ等の事實は地震の激しさを定量的に把握する上に貴重な資料である。

#### 5. 地震に伴ふ地變

地震の源泉として又はその結果として地表に種々な變動を現はすことがある。その重なるものを下に説明して置く。

**斷層** 非常な長さに互つて水平に剪斷することあり又は上下に剪斷することがある。剪斷面に於ては建物は其の足下を引きちぎられ又は引落さるゝに依つてその被害は圖り知ることは出來ないが、その附近の土地に於ても相當の活動があるものと思はねばならぬ。

**隆起及び陷沒** 相當大なる地域に互つて隆起又は陷沒することがある、その中に於ては一般に複雑な衝動的な活動がある爲めに建物は四方八方から劇しく揉み廻されるやうになり極めて大きな被害を受ける。

**地割れ、山崩れ** 地震動に伴ひ傾斜急なる所、崖地、堤等には地割れを生じ或は崩壞を起す。又山地に於ては山崩れを起し土塊は凝集力を失つて流體の如く斜面を流下し、所謂山津波となる場合がある。斯くの如き活動の渦中にある建物の被害は又單なる激震と異り意表に出づることが多い。

**津波** 地震に伴ひ海中に長波動が発生し、これが海岸に到達すれば海水は陸上に溢れる。若し灣形が漏斗状ならばその奥に於ては異常の海水上昇を來し高所迄津波が襲來するに至る。海水上昇は灣の平面形のみならず、深さの變化にも關係する。斯くして上昇せる海水が退下するときは非常な勢を以てその中にある凡ての物を漂ひ去るのである。建物の被害は従つて又計り知り難きものがある。

#### 6. 建築物被害の概要

地震に依る建築物の被害はその地震の性質、場所及び建築物の性質、規模、構造等に依り千差萬別ではあるが、既往の經驗に依り單に構造別に依つて被害の概要を比較記述すると次の如くである。

鐵骨造建築物中鐵板又は石綿板張工場等の如き輕量のものには被害極めて少い。かなり粗漏な造り方のものに就ても概ね被害は輕少であつた。鐵骨煉瓦造にあつては煉瓦壁の龜裂崩落、又は鐵骨の歪等を生じたものはあるが建物の潰れたものはなかつた。

鐵筋コンクリート造は被害率概して少いではあるが、構造の不充分なものは慘憺たる崩壞を起すことがある。關東大地震の際には縦横架構材構成方法の不完全なるものと交叉壁體の少いものとに被害が著しかつた。鐵骨造にして鐵筋コンクリートの床及び壁體を有するものゝ被害は一般に輕微であると云ひ得る。

木造家屋は激震でなくとも、屋根瓦の迂り、塗壁の龜裂、長押の外れ等の小被害頗る多く、更に進んでは傾斜、移動又は骨組の破壊等を起すことになる。而して激震地に於ては相當の倒潰率を示すのが常である。それは在來の木造家屋は水平外力に對する抵抗が一般に劣弱であるからである。屋根が重ければ破壊力が強いし、室が大きければ抵抗力が少いことになる

ので重量及室面積の大なる建物の被害は大きい。

土藏造は壁殊に鉢巻の龜裂削落等を見る場合が多いが倒潰せる例は割合に少い。

木材を以て骨組を作り、煉瓦、石等を積んで壁體とせるものは激震地に於ては煉瓦、石等の崩落多く、又全體として倒潰せるものも少くない。

煉瓦造、石造等の家屋は一般に頗る脆弱である。木造の小屋組、床組等を有するものは壁體の龜裂崩壊が殊に容易である。煉瓦造煙突の如きは最も脆弱なものに屬する。

## 第2節 耐震的計畫上の注意一般

### 1. 概 説

建築物を耐震的ならしむる爲めには第一に各部の重量を軽くすることが望ましい。重量が軽ければ地震動による震力を軽減するのみならず、柱、壁等が傾斜せる場合にも自重に依り倒潰を促進せしむるが如き副作用を起すこと少く、又一方には建築物の固有振動週期を小ならしめ主要動との共鳴の危険を小ならしむる効果がある。

第二には構造體又は骨組に充分の水平強度と剛度とを持たしむることが肝要である。強度を大とするは何物にも優る積極的方法と云ふべく、剛度を増し撓みを小にすることは同時に固有振動週期を小ならしむる効果がある。

上記の二つの事項は一般の建築物を耐震的ならしむる上に最も重要な事柄である(第3節1参照)。

木造の如きは軽量構造物とは云ふものゝ實際問題として強度並に剛度を

大にすることに屢々困難があるから、更に屋根の重量の軽減に努むるの要がある。

煉瓦造の類は重量頗る大であるけれども強度がこれに伴はないのみか却つて少であるがために、耐震構造上頗る困難なことが多い。

鐵筋コンクリート造は重量の大なる缺點を有するのであるが、骨組の水平強度を容易に且つ著しく増大することが出来る點に優秀性がある。鐵骨構造は重量の割合に強度頗る大であり、更に鐵筋コンクリートの壁體の剛度と協力せしむるならば最も大なる耐震性を發揮することが出来る。

兎もあれ材料及び構造は成るべく各部一樣にして均等の剛度を有し、且つ大なる強度と粘靱性とを有するを可とし、その剛度も亦一般に大なるを可とする。粘靱性を有するものは弾性限度を超ゆる變形に陥るとも崩壊する危険は少ない。

### 2. 平面及び立面計畫

建物の平面を成るべく簡單にして且つ纏り良き形とすることは耐震上最も大切である。外形に就ては即ち成るべく正方形に近いものがよい。一文字形のものは横方向につき各部の剛性を均等にしてその振動性を均齊にすることが望ましい。大なる建物にしてT字形、U字形、H字形等の平面のものはその翼が長い場合には、各部の振動性が必然的に相異なる關係上、その接合隅角に震害を受け易い。日の字型、田の字型等の如く纏つた形のものはこの點に於て有利である。何れにせよその接合部の構造には特に注意する必要がある。

附屬室、下屋、渡廊下等の接續に注意を要するの振動性の相異によるのである。

柱は縦横共成るべく整然とし容易に一直線の骨組を構成し得るやうに配

置せらるゝことが必要である。

剛壁は建物に最も容易に強度と剛度とを與ふべき要素である。故に建物の各部各方向に成るべく均等に剛壁を配置することは蓋し容易に耐震的效果を招來し得べき要諦である。

建物の立面は高低少く、各部均等な高さであることが望ましい。屋上に突出部を有する場合、或は左右その高さを異にするが如き場合にはその振動性の相異に基づく應力の状態を考慮しその構造に遺漏無きを期すべきである。

柱は各層これを通し柱とし、間仕切は上下相重なる様に配置せらるゝことは耐震上最も望ましいことである。

### 3. 敷地の選定

建築の敷地としては地質の堅硬なものが良い。即ち岩盤、硬き粘土層、砂利交り粘土層、砂利層等を優良な地盤と云ふべく、水分のない砂層及び普通の粘土層（ローム層）等これに亞ぐ。水分の多い砂地及び泥地又は埋立地の如きは望ましからざる地盤である。かゝる地盤に建築しようとするときは建物の種類に應じて基礎に特別の考慮を要する。

大地震の際煉瓦造土蔵（時に鐵筋コンクリート造）等の如き重剛な構造が堅硬な地盤に於て相當な震害の跡を現出してゐるときに、軟弱なる地盤に於て却つて震害の輕微なるを見ることがある。これに對して二様の説明が與へられてゐる。一は軟弱な地盤の卓越週期が大きく堅硬な地盤の卓越週期が小なるに對して重剛な建物は固有振動週期が小なる故共鳴の機會より見て軟弱なる地盤を有利とするとの説であり、他は軟弱な地盤は重剛な建物に接する所に於て所謂緩衝作用をなし、地盤の振動をその儘建物に傳へることなく、爲めに軟弱なる地盤

に於て却つて被害が少なりとなす説である。この事から直ちに重剛な建物の敷地としては軟弱な地質の方が却つて宜しいといふ譯には行かない。何故なれば以上の事實は決して一般的ではなくして特別なる現象だからである。

軟硬地層の接觸する所（殊にその軟き方）に於ては渚のやうな關係で地震動が著しい。甚だしいときは地割れ等の土地の變動を伴ふことがある。

又崖地や傾斜地の上に於ても地震動著しく地割れ山崩れを起し易い。斯くの如き場所は建築地として望ましくない。止むを得ざる場合には工法に特別の考慮を要する。

なほ斷層に近接する土地に於ては一般に甚だしい被害を受くる虞れあるが故に敷地としては避くべきである。

崖下や山崩れの下に當るが如き場所、山地にて山津波の通路に當るが如き所、又は海岸にて津波の襲來の虞れある場所等は建築敷地として避けなければならぬ。

### 4. 基礎

土質には力學上不明確なる事項多きが故に基礎に就ては諸汎の事情を考慮して沈下を成るべく小にし、特に不同沈下の起らざるやうに設計するを要する。これが爲めには次の注意が必要である。

- A. 常時に於ける基礎底面應力度及び杭應力は建物各部につき之を成るべく均等にすること。
- B. 地震力を受くる時の基礎底面應力度及び杭應力は充分の安全率を有するものたらしむること。

柱下壁下等の基礎各部を強固に連結し一體として構造することは不同沈下を防ぐ爲めにも亦二次的應力の發生を妨ぐる爲めにも有効である。柱脚

を獨立基礎とする場合には地震時に不同沈下を起さざるやう特に設計に注意し且つ基礎の安全率を増大するの要がある。

杭群の耐力は杭が硬い底盤上に立つ場合には概ね各杭耐力の和の法則に従ふと見てよいが、軟き地層内にて土との摩擦により支持せらるゝ場合殊にその相互間隔の小なる時には、必ずしもこの法則に従はない。その爲めに不測の沈下を起すことがあるから充分の注意を要する。

硬軟兩質の地盤に跨つて建築せねばならぬ場合は、常時、非常時の不同沈下と非常時に於ける地震動の波亂とに對して深甚の注意を要する。即ち基礎は各部を強固に連結し一體として築造せらるべきは勿論何れも硬質地盤に依頼し得るやう、且つ又出来る限り地震動の波亂より逃避し得るやうその手段を講ぜねばならぬ。

性質の異なる基礎工法を同一建物に使用する時はそれによる不同沈下の處れが多分にあるから充分の注意を要する。

### 5. 震後の火災

地震の被害は家屋の破壊に直接原因するものよりは寧ろこれに伴ふ火災によるものが甚だしい。村落にあつては倒潰せざれば火災の憂ひもないが、都市に於けるが如く家屋密集する場合には類焼の危険があり、火災に依つて災害は數倍又は數十倍に擴大せられる。

都市に於ては震災後火災を起すべき條件が増加する。即ち一般家屋並に各種作業所等に於ける加熱装置の破壊、瓦斯の爆發、電線の接觸、藥罐の破壊等これである。而して一方水道管等の破壊に依り消火困難を來すであらう。斯くして地震については必ず同時に伴ふ火災を顧慮せねばならぬのである。従つて絶対に震災を防止し得べき眞の耐震構造たる爲めには耐火的たることが亦必要である。

震後の火災に關して最も恐るべき對象は木造家屋の集團である（第2章第4節参照）。

## 第3節 建築物の耐震的設計方針

### 1. 地震動豫測難

或る敷地に建築せんとするときその敷地に起り得べき最も烈しい地震動中の破壊的な性質については或る程度の豫想を立てることが出来ない譯ではない。即ちその敷地及び附近の地質地形並に既往の震災等を慎重に考究することに依つて將來のため一應の數量を考へ出すことが出来る。例へば東京本郷臺の如きローム質洪積層に於ては

水平動の最大加速度 150 cm/秒<sup>2</sup>

同 最大全震幅 20 cm

上下動については何れもその約 1/2

又東京丸の内如き泥土質土質沖積層に於ては

水平動の最大加速度 300 cm/秒<sup>2</sup>

同 最大全震幅 40 cm

上下動については何れもその約 1/2

然しながらこれは只全震動中の一二の數量に過ぎない。實際の地震動は前に述べた通り頗る複雑なものであり、假令これを單弦運動の集合と見做し得るとしてもその振幅と週期とは刻一刻と變化するのであり、殊に震源に依つては複雑怪奇にしてその全貌を豫測するなどいふことは到底不可能の事に屬する。

### 2. 建築物振動豫測難

又一方建築物は構造の如何を問はずこれを弾性體として見るときは極めて不完全であり、その振動性も決して一定してゐない。従つて大地震時に於けるその振動を豫想することも亦不可能である。

以上の二つの事實の爲めに建築物が地震動に強制せられた時の振動の全貌なるものを豫測するが如き事は今日の所到底不可能に屬する。

嘗ては地震動による建物の共鳴と云ふことが非常に心配せられた。この爲めに地震動と建築物との振動性に假定を置いた振動研究が盛んに行はれたが、何れも事實を捕捉説明することが出来なかつた。然るに最近の研究に依れば建築物は地震動に依つて容易くは振幅が巨大にならぬ事が明にせられたのである。

即ち各種構造の建築物は、その材料の性質上又その構造方法の性質上振動の減衰が甚だしい。減衰に就ては種々の角度から幾多の研究が發表せられてゐるが、減衰の因子としては空氣抵抗或は固體粘性等のみならず、材料及び構造の不完全弾性特に履歴現象が重要な役割をなすものである。これ等の減衰性ある場合には週期が一致しても振幅が無限に大とはならぬことが理論的に證明され實驗的にも亦明かにされてゐる。即ち減衰に依つて先づ以て共鳴し難い。

又建物内の物品又は人などの動きは振動を制御する傾向があり、減衰性と同様の役割をなすことも知られてゐる。

更に又地盤の重剛さと建物の重剛さとの關係によつては地震動により建物に傳はる振動のエネルギーは地盤の中に多量に散逸することが明かにせられた。即ち散逸に依つても共鳴し難い。

又假に地震動を單弦運動とするも、木材、コンクリート、その他普通の材料の應力變形曲線を高次の曲線なりとして強制振動の算式を作つて見る

と週期が一致する場合にも振幅は大とならない事を示す。即ち材料その物の眞の性質上からも共鳴しにくい。

斯様に週期が一致する場合に於ても建物の振幅が巨大とならぬことが證明された。共鳴しなければ強ひてこれを振動體として取扱ふには及ばない。即ち建物の耐震的設計の方法としては静力學的に水平力を加へて處置することは嘗に最も便宜な方法なりと云ふわけではなくて、却つて合理的な方法なりといふことが出来るのである。

この設計方針は我國に於て耐震構造理論の研究の初期に於て既に採用せられてゐたものであるが、振動理論の發達と共に一度は疑義を挾まれるに至つたけれども、近來の研究の發達と共に種々の角度より検討せられそれが健全なる設計方針なることが明かにせらるるに至つたのである。

### 3. 設計方針

以上の所論の結果として耐震的設計方針を示すと次の通りである。

地震動に依つて建物には水平及び上下の振動従つて應力が起るが、その影響の内不利なるものは水平のものである。これに對しては建物の各部に就て水平震度  $k$  を考へ、重量  $W$  のある位置に水平に  $kW$  なる力を加へこの應力に對して安全な様に設計するのである。

水平震度  $k$  の想定には前述地震動の重要性質の豫想に就て述べたやうに慎重な考慮によらねばならぬ。而して又建物の高さに應じて振動効果を考へねばならぬし、更に又建物の重要さの程度をも併せ考へるの要がある。

猶設計に當つては上下震度も考へねばならぬのであるがその値は一般に小であるから、特別の場合を除き概ねこれを無視することが出来る。

斯くして  $kW$  等の水平力が左右前後からこの建物に別々に静力學的に作用せるときの各部の撓み、従つて基礎、柱、梁、その他各部の應力を計



算し、それに耐へ得るやうに基礎、柱、梁、その他構造各部の太さや組立方法等を一應定むるのである。然る後、實際は極めて不規則にして激烈なる振動に作用せらるるのであるといふ觀念から、慎重にこれを考察して必要の場合補足をなすべきである。

#### 第4節 耐震構造法一般

##### 1. 概 説

前節に述べた様に建物を耐震的ならしむる上には地震力特に水平地震力に耐ゆる様に構造せねばならぬ。従つて耐震構造としては建物の水平耐力を附與することが必須の要項となる。この點に於ては建物を風壓力に耐へしむる構造法と類似するのであるが、本質的に相異なる點は風壓力は建物の壁面の大きさに關係するに對して地震力はその重量に關係する點である。耐風構造としては建物の高さの大なるを不利とし、奥行の大なるを有利とするのであるが、耐震構造としては建物の高さ大なるを不利とする點は同様であるが奥行、幅の大小にあまり關係しない。

かくして耐震構造法の要項を述べると次の2項となる。

- (1) 建物の重量を軽くすること
- (2) 建物の水平耐力を大となすこと

建物の重量を軽くすることは消極的に地震力を軽減する方法であり、建物の水平耐力を大とすることは積極的に耐震力を増大する方法である。猶骨組が強力なると共に靱性に富み大なる撓みに耐へ得る材料及び構造たることが必要である。

##### 2. 木 構 造

住宅その他規模の小なる木構造建物にありては先づ

##### (1) 屋根を軽くすること

が必要である。これ等のものにありては屋根の重量が主として地震力の大小を支配するが故である。

##### (2) 間仕切を豊富にし、又筋違方杖を用ひること

が必要である。間仕切は構造簡易なるものにも相當大なる水平耐力を有し、少しく構造に注意すれば大なる水平耐力を發揮する。特に筋違を用ひたるものは極めて大なる水平耐力を有するものである。従つて建物を耐震的ならしむるには間切りを豊富に且つ適當に配置することが望ましく、殊に筋違の使用が推奨せらるゝのである。

柱と梁とのみに依つて形成せらるゝ矩形ラーメンは一般にその水平耐力が微弱であり、これに耐震力を期待する譯には行かぬ。水平耐力を與へる爲めには柱梁の仕口を剛節とし曲げ抵抗を發揮せしむる様構造することが必要であり、殊に隅角に方杖を配置することが推奨されるのである。

事務所、學校その他規模の大なる建物、或は工場、格納庫、その他規模の頗る大なる建物に就ては先づ平面、立面の選定に就て耐震的に考慮せねばならぬ。更に骨組に就ては震力を考慮し力學的に慎重に計畫することが必要である。

猶木構造に關する詳細の事項に就ては第2章に述ぶることとする。

##### 3. 鐵筋コンクリート造

鐵筋コンクリート造の建物を耐震的ならしむる爲めには地震力に對し特別の考慮を必要とするのであつて、歐米諸國に於て見らるゝ如き一般工法を以てしては到底満足することが出來ない。即ちこれが爲めには平面形及び立面形に對する考慮と共に骨組に就ては柱梁の接合を剛にして所謂剛節

矩形ラーメンを構成し、壁體としては柱及び梁と一體の構造をなす鐵筋コンクリート壁を用ふべきである。工場、格納庫、その他大規模なる建物に就ては更に特別の注意を必要とする。

鐵骨鐵筋コンクリート造に於ても亦同様の注意が必要である。

これ等に関する詳細の事項に就ては第3章に述ぶることとする。

#### 4. 鐵骨造

鐵骨造はその強さが著しく優れ靱性に富み而も建物の重量を割合に軽くすることが出来るから、耐震的に最も信頼し得る構造法である。

これに関する詳細の事項は第4章に述ぶることとする。

#### 5. 煉瓦造及び石造

煉瓦造の建物は構造自身の重量が大でありながら、水平力に対する耐力が著しく小なるを以て、耐震的には推奨し得ない構造法である。實用に供し得るのは規模小にして間仕切多きものに限定される。少しく規模の大なるものに就ては種々の補強法を採用するを要する。

石造の建物又は煉瓦と石とを混用せる構造の建物はその耐震力に於て煉瓦造に劣る。

これ等に就ての詳細は第5章に述ぶることとする。

### 第5節 耐震計算法

#### 1. 概 説

今日我國に於て慣用せらるゝ耐震計算法は一般に次の順序に據る。

(1) 地震力の假定

(2) 水平震力に依る各部の應力の算定

(3) 應力の組合せ

(4) 部材断面の決定

以下これ等各項について検討しその注意事項を述ぶることとする。

#### 2. 震 力

**震力** 建物を耐震的ならしむる爲めには建物各部につき常時荷重の他に震力を考へ、その兩作用の下に充分安全なる様に構造部を設計することが根本の方針であることは既に第3節に述べた所である。市街地建築物法施行規則第101條の1に於ては

水平震度は0.1以上となすこと

を規定し、一般にこれを水平震度の規準としてゐる。

然し乍ら建物の上部に於ては作用震度が自ら大となる筈であるから、高さに應じて之を變化せしむるを妥當とする。即ち水平震度は地表第1階の部分を標準とするときは上層に於てこれを増加し、地下に於て時にこれを輕減するを適當とする。次表は層位置及び高さに従ふ震度増減の一規準を示すものである。茲に  $k_0$  は震度の標準で0.1又は0.1以上の數値であ

第 1 表

位 置	假定震度 $k$
地階床以下 又は深度地盤面下 3 m 以上の部分	$0.5 k_0$
1 階以上 3 階床以下 又は地盤面下 3 m 未滿, 地盤面上 10 m 以下の部分	$k_0$
4 階床以上 6 階床以下 又は地盤面上 10 m を超え 20 m 以下の部分	$1.25 k_0$
6 階以上の部分 又は地盤面上 20 m を超ゆる部分	$1.5 k_0$
塔 狀 物	$1.5 k_0$

り、敷地の良否、建物の重要さに應じ變化せしむるを適當とする。

上下動については一般の慣行に準じ安全率に信頼しこれを省略しても差支へない。

以上の方法は建築敷地に起り得べしと豫想せらるゝ、所謂豫想震度(0.3~0.4)を計算に採用する代りにその3分の1程度即ち約0.1を以て震度の標準としこれに依る各所應力を計算し許容應力度を對象として部材を算定するのである。震度の標準を0.1程度となすの根據は次の如くである。

許容應力度を  $f$  とすれば

1. 固定荷重と積載體重とによる應力度  $\alpha$
2. 假定震度  $k$  に依る應力度  $\beta$

に對し

$$\alpha + \beta \equiv f$$

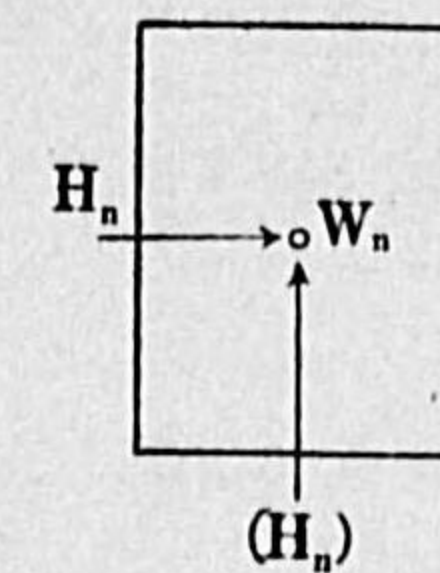
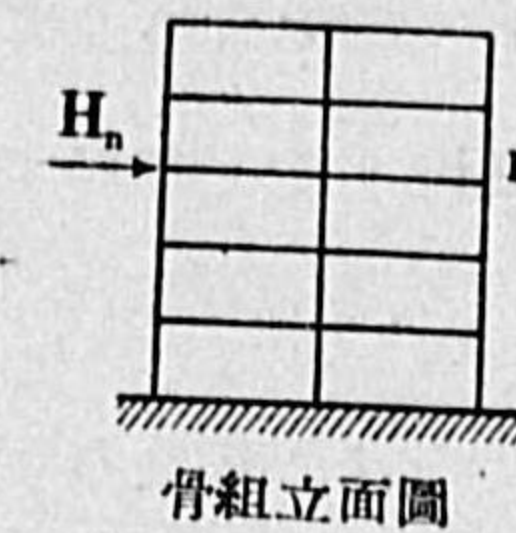
なる關係にあるやうに設計することゝなる。

今豫想震度が假定震度の數倍に増大しても  $(\alpha + \beta)$  の中の  $\beta$  が數倍に増大するだけだから全應力度は其倍數丈け増大する譯ではなく材料の安全率以上の相當な安全率あるものと考へることが出来る、この點を考へ震度の標準を0.1となしたのである。

但しこの方法の缺點は出來上つた設計に豫想震度が作用したときにその全應力度が建物の状態により且つ建物の部分により必ずしも耐力度に合致はしないと云ふことである。率直に云へば震度の標準を0.1として設計するときはその終極の強さに於てその耐へ得る震度は建物の状態により且つ又建物の部分により恐らく0.25~0.5の間を彷徨するやうになつて0.3とか0.4と云ふやうに一定しないと云ふことである。

**震力の算定** 震力は建物各層につき、その荷重に水平震度を乗じて算出

し、これを縦横2方向に別々に作用せしむるのである。



第3圖

例へば第3圖の如き高層建物にて第  $n$  層の荷重を  $W_n$  とすれば水平震力  $H_n$  は之を下式に依つて算出し

$$H_n = kW_n$$

これを第  $n$  層に作用せしむるのである。この際水平震力が平面にて縦方向に作用する場合と横方向に作用する場合とを別々に考慮するのである。

水平震力に關與する荷重は常時建物に存在すると認めらるゝ荷重であり、固定荷重の他に積載荷重を含むを常とする。

但し、震力に關與する積載荷重は鉛直荷重として床や梁等の應力計算に採用せらるゝものよりかなり輕減して考へらるべきである。その理由は次の通りである。

第1には荷重の濃度の小なるに由來する。床、梁等を設計するに當つては荷重の局部的に濃密に集中する可能性があることを考慮し、常時存在する荷重に比して遙に高度の荷重を採用する必要がある。然るに震力として水平力を與へるものは廣範圍の面積の積載荷重が一緒になつて作用するが故に關與する荷重の平均濃度は著しく低くなる、依つて床計算の爲めの積載荷重を相當輕減するを當然とする。これ即ち常時積載荷重の觀念である。

第2には床上に置かれた物品又は人體は軸部に固定せられたものと異り、或は滑り又は動いて震力を與へる効果は固定物よりも一般に小であり、場合に依つては逆に制振作用をなすことも考へられる。この意味から

常時積載荷重はその性質に応じて更に軽減せらるべきである。

市街地建築物法施行規則第 105 條第 2 項の規定に於て震力計算に採用すべき常時積載荷重を床設計用積載荷重の 2 分の 1 に軽減するを許容するのはこの趣旨に依るのであるが、物によつてはもつと軽減しても宜しからう。倉庫、書庫或は觀覽席の類に對しこの軽減を許してないのは、荷重濃度の低下を見込み得ざる場合あるによつてであるが、尙多少の軽減あるを至當としよう。殊に觀覽席の如きは第 2 の理由により相當軽減が許されても然るべきである。

なほ震力は平面圖上色々な方向に各別に作用するものとして計算し何れかの方向に對しても安全であるやうに設計せられねばならぬことは勿論である。矩形平面の場合各邊の方向につき震度が別々に作用するものとして計算するを常とするが、斯く設計した場合には、震力が斜方向に作用する時に、梁は充分の安全率を有するが、柱はその断面形によつては安全率の不足を招くことがあるから注意を要する。

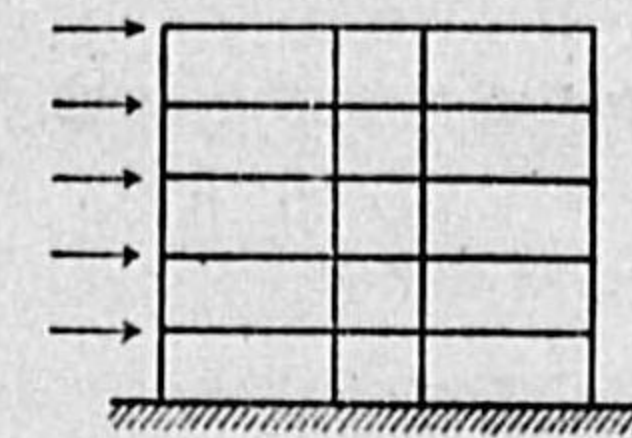
### 3. 應力計算上の注意

**骨組の負擔水平力** 第 4 圖に示すが如くに有壁及び無壁のラーメンにて建物が構成せらるゝとき、震力に抗せしむべき構造計畫としては次に示す如き二つの方針がある。

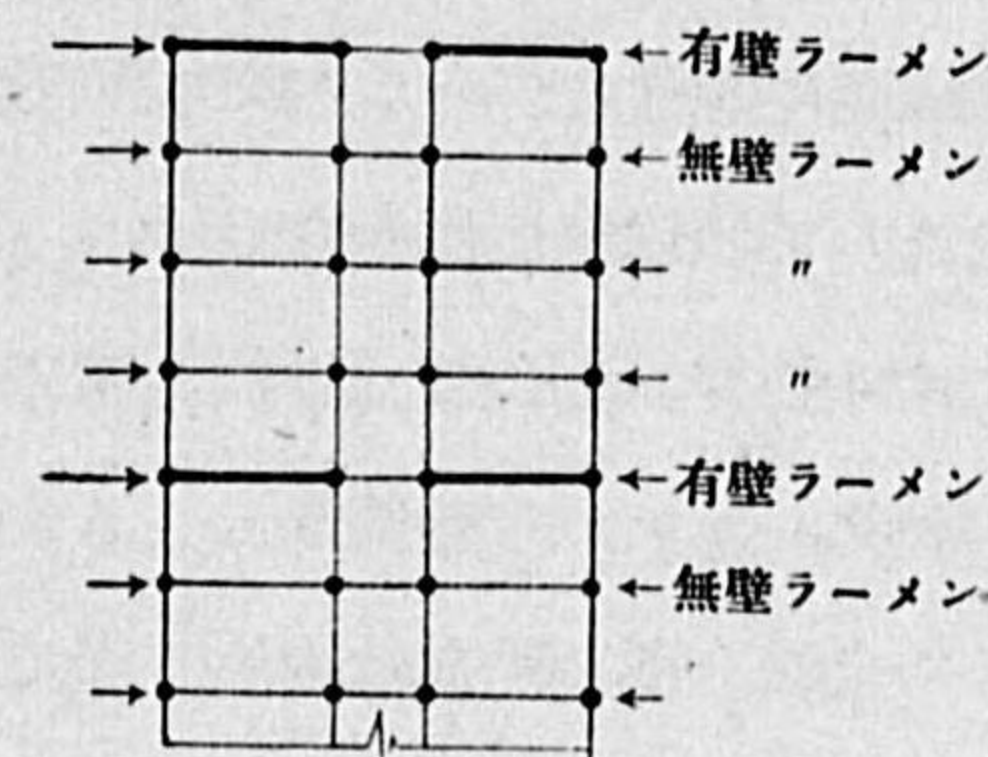
A. 各部分に作用する水平力に對してその部分の骨組(有壁又は無壁)をして各獨立に對抗せしむるもの

B. 建物全體に作用する全水平力に對し有壁骨組と無壁骨組との協力によつて對抗せしむるもの

A の方針によれば各骨組間の連結は却つて剛ならざるを可とする譯である、而して有壁骨組の部分には多く餘力を存するが、無壁骨組の部分に於



ラーメン圖



平面圖

第 4 圖

て大材を要することゝなり不經濟に陥り易い。

多くの場合 B の方針によるのが適當である。但しこの場合には主要耐力を呈する有壁骨組の配置及び構造並に水平力傳達の爲めの剛床又は水平トラスの形式及び構造等に注意し、建物の規模形式に應じ最も適切なる構成とせねばならぬ。

建物が壁體を有せず、無壁骨組のみによつて構成せられてゐる場合には各骨組の分擔する水平力を正確に

計算することも出来るが、建物に有壁骨組と無壁骨組とが混在する場合にはそれ等に對する水平力の分布を正確に計算することは頗る困難である。

依つて今日の所實際問題としては剪斷力分布係數なるものを想定し、各層に於てその全剪斷力を各骨組に略算的に配分するの外はない。剪斷力分布係數を想定する爲めには、各骨組の同一層の各節點は等量の水平移動をなすものと假定することが最も簡單である。これが爲めには床は水平には撓まないものと見做し得る程度に剛強に構造されてゐる必要がある。總じて有壁骨組(所謂剛壁)は偏在せざる様に配置せられねばならぬ。

剪斷力分布係數の實際的の扱ひ方に就ては第 3 章第 3 節に述ぶることにする。

### 骨組の應力算定

**弾性** 應力計算に當つては構造物は凡てこれを弾性體と見做すことが

常である。但し木構造、鐵骨構造の類にあつては仕口繼手の手法により減込、スリップ等の變形が著しいものがあるから適當なる考慮を必要とする。

**骨組及び節點** トラスやラーメン等の骨組の形狀及び寸法は材の中心線に依つて代表せらるゝものと考へてよい。

木構造にあつては柱梁の接合部は相當強剛に構造されたものでも猶可なり大なる減込變形があるから完全な剛節としての取扱は出来ない。

鐵筋コンクリート造ラーメンにあつては柱梁等の接合部は一般に極めて剛なもので曲げに依つても材の交叉角が變化しないから剛節ラーメンと考へてよい。ハンチを有するが如き場合には接合部の變形は極めて小である。従つてラーメン解法に當つては各部材を全長可撓なものとせずその端部に剛域即ち變形せざる區域ありとして取扱ふことが合理的である。

鐵骨造にあつては柱梁等の接合部がスリップを示し柔性接合状態にあるものが尠くない。斯るものに対しては鐵筋コンクリート造に於けるとときと反對に柔な區域を考慮する必要がある。

**基礎の支持條件** 地盤や杭の荷重と沈下との關係を豫測することは今日の所頗る困難である、従つてこの關係の影響を上部構造の應力計算に組入れることは難事である。然し地震力の如き短時間の作用に対しては上部構造の應力計算には一般に沈下なきものと假定しても大した差支へはない。但し基礎の反力が過大となる部分を生じ不同沈下の處ある場合には各部應力を適當に補正せねばならぬ。

鐵骨構造又は木構造の大規模な架構にして基礎が單純簡易な獨立基礎の如き場合には時に著しき不同沈下を起し、軸部に故障を惹起することがある。特に不靜定構造を採用する場合には不同沈下は軸部に致

命的損傷を與へる虞れあるを以て設計に充分の注意を要する。

鐵筋コンクリート造にして著しく大なる繫梁を有するものに就ては柱脚固定として骨組を計算しても宜しい、然し繫梁が左程剛ならざる場合にはその剛度を考慮に加ふる必要がある。

これを要するに無壁ラーメンにありては、負擔剪斷力に基づき其應力を計算するに當り、斷面の性質、節點の剛度、材の偏心、殊に外側柱の偏心、基礎の剛度等を精細に考慮せねばならぬのである。

**其の他** 有壁ラーメンにありてはその曲げ及び剪斷變形を理論的に計算することは繁雜に過ぐるを以て今日の所實用上適當な略算法は許されねばならぬが、特に注意すべきことは、壁體の幅が小なる場合には曲げ變形が大きく起る爲めに、壁體の左右の柱には軸方向の伸縮が起りその影響に依つて壁體の左右前後の梁の曲げモーメントが著しく大となることである。

又、トラスの應力の解法に當つては節點をピンと見做し、剛節に伴ふ二次應力はこれを無視しても差支へはない。何故ならば地震の場合には繰返度数が少く従つて疲勞効果も少いからである。然し偏心の影響はこれを慎重に考慮する必要がある。殊に木構造にありては木材の性質上偏心強度劣弱なるに鑑みると寧ろこれを避くるを可とする。

## 第6節 材料の耐力を對象とする計算法

### 1. 概 説

既に述べた様に現行計算法に於ては設計荷重を豫想しこれに依る應力度を材の許容應力度以下とする關係上、豫想荷重が同率に増加する時には各部均一な安全率を有することとなるが、震力のみが増大する時には各部の

安全率が不均一になる。

終局の耐震度を各部均一ならしむるには破壊時に於ける震力を豫想し材断面を常時荷重と豫想震力との同時作用に對して耐へる様にすべきである。

この方針に依つて設計する時に注意すべき事項を述べる。

## 2. 荷 重

各部に於て構造自體の重量即ち固定荷重と骨組に對し常時存在すると考へらるゝ重量即ち常時積載荷重とに依る各部の應力を算定し、次に固定荷重と、震力に對する遞減積載荷重とに對し豫想震度を乘じて得たる震力に依る各部の應力を算定し、これ等應力の和が、各部構造材料の耐力（時に終局強さ）以内にあるやうに各部の大いさが設計せらるべきである。

茲に豫想震度としては凡そ次の値をとる。

水 平 震 度  $k = 0.3 \sim 0.4$

上 下 震 度  $k_1 = 0.15 \sim 0.2$

但しこれ等の値は土地の状況、建物の重要さ等に依り左右せらるべきこと並に水平震度  $k$  は建物の高さに應じて多少増減せらるべきこと等前に述べた通りである。

震力に對しては所謂衝撃効果を採用するを要しない。それは震度採用の際に振動的に考慮した事に含まれた事項であるが故である。

又震力は繰返荷重であるが、繰返度数が少いので繰返効果も茲には一應無視して置く。

## 3. 材料の耐力度

材料の耐力度とは材料が降伏的の變形を起す時の應力度の意味である。各種の材料に就てその終局強度のことは既に相當研究せられて居る。又許

容應力度についてもその適用せらるゝものに依つてそれぞれ相當の研究がある。然るにその中間に位する耐力度の問題並にその關係事項に至つては未だその研究が充分でない、従て今の所統一を缺くの憾みはあるが材料に依つて凡そ次のやうに考ふることが至當であらう。

**木構造の場合** 木材の纖維方向に於ける耐力度はその終局強度に近き値である。一般に現行市街地建築物法施行規則第102條に示さるゝ木材の許容應力度の約3倍の値と思へば宜しい。即ち一般構造用杉及び松につき例を示せば第2表の通りである。

第 2 表

木 材	杉	赤松	黒松	米松
耐力度				
壓 縮 kg/cm <sup>2</sup>	180	240		
引 張 kg/cm <sup>2</sup>	210	270		
剪 斷 kg/cm <sup>2</sup>	21	27		
曲 げ kg/cm <sup>2</sup>	210	270		

繼手、仕口等に於て纖維に平行ならざる方向の減込耐力度に就ては纖維方向と壓縮方向とのなす角度に應じて上記の壓縮耐力度を適當に遞減すべきである。

デュベル、ボルト等に對する減込耐力度も上記に準じて適當に定めねばならぬ。鯨には瑕瑾なき堅木材を用ふべきである。斯くする時はその耐力度は終局強度に近い値で宜しい。即ち例へばナラ、ブナ、ケヤキ等を用ふる場合には次の如くである。

纖維に直角なる方向の減込耐力度  $100 \text{ kg/cm}^2$

纖維に平行なる方向の剪斷耐力度  $50 \text{ kg/cm}^2$

**鐵骨造の場合** 鋼材の降伏點はかなり明瞭であるからその耐力度も割合

にはつきり定めることが出来る、即ち例を挙げれば次のやうである。

第 3 表

材 種	SS 00 及び SS 34	SS 41
耐力度		
引張, 壓縮, 曲げ kg/cm <sup>2</sup>	2400	2800
剪 斷 kg/cm <sup>2</sup>	1200	1400

但し曲げ耐力度に對しては幾分上昇せしめてもよいやうである。

**鐵筋コンクリート造の場合** 鐵筋の引張耐力度にはその降伏點の應力度を採用する。コンクリートの各種耐力度は所謂標準強度（標準壓縮試驗體による4週間強度）を基準としてこれを定むることが出来る、即ち次の通りである。

標準強度を  $F$  とすれば

$$\text{壓縮耐力度} \quad f_c = F$$

$$\text{引張耐力度} \quad f_t = 0.1 F$$

$$\text{剪斷耐力度} \quad f_s = 0.2 F$$

#### 4. 材 形

構造部の斷面形はその設計用最大應力度が前項(3)に述べた耐力度を超過せざるやう定むべきである。

但しこの場合にも種々注意せねばならぬ事項がある。その内最も重要なものは耐力度として前項に掲げた値が通常材料試験器に依つて定めた標準的強度を基としてゐる點に關係するもので、長期荷重を受くる木材或は鐵筋コンクリート等の場合には、匍匐的現象に伴ふ考慮を必要とする點である。例へば米松の曲げ試験に於ては標準的強度の 60% の荷重で9ヶ月後に破壊した例もある。従つて常時の荷重に對しては前記の耐力度を其の儘適用することが出来ぬのである。適當な方法を以て安全を確保するを要す

るのであるが一應の處置としては、設計用最大應力度を定めるに當つて、

(1) 常時の荷重其の儘の應力度に震力に依る應力度を加へたるもの  
の他更に

(2) 常時の荷重を2倍或は3倍にせる時の應力度

の兩者を比較しその内大なるものを取るが如き方法も一案である。

### 第7節 特殊の構造

#### 1. 免震的考案

基礎と上部構築との間に特殊の考案を施しこれに依つて地震動の上部への傳達を阻まんとするものがある。例へばボールを置き、又は類似の支承體を装置し或はスプリング等によりて地動の回避を企つるもの、玉石等よりなる緩衝層を設けてエネルギーを吸収せしめんとするもの等である。

又上部構築に特殊の工夫を施し、これに依つて振動の消耗を企つるものがある。例へば建築物の骨組の節點を特に軟に構造するもの、茲に塑性抵抗を與ふるもの、撓みを特に大にするもの、振動制御の装置を施すもの等である。

免震に依つて被害を防がうとする企畫は誠に宜しい、然しながら今日迄考案せられたものは何れも未だ大地震の試練を受けてゐないものである。地震動の性質についてこれを吟味し、又風力等他の外力に對してもこれを考慮し、更に又建物の使用上の諸般の關係を考察してその適否を判斷するときは、その何れに對しても未だ確信を以てこれに贊意を表しこれを推奨することが出来ないことを遺憾とする。今後、有效適切なる考案の完成を切望する。

## 2. 柔構造の考案

建築物を柔性に構造してその自己振動週期を例へば2秒以上ならしめ以て耐震の目的を達せんとするの考案である。

その主張する所は

1. 大地震の主要動は週期約1秒の連続振動である。
2. 建物を剛に即ち例へばその自己振動週期を1秒以下に造るときは地震による幾分の被害の爲めにその週期は延びて主要動の週期に一致し茲に共鳴を起すにより、如何に堅固に構造したつもりでも遂に倒潰を免ることが出来ない。
3. 依つて初めから自己振動週期を2秒以上になるやうに造つて置けば共鳴の外にあるから安全である。

と云ふのである。

然しながらこの考へ方には根本的の誤りがある、それは大地震の主要動週期を約1秒の連続振動であるとする点である、成る程主要動中最も烈しいときに週期1~1.5秒である事は多いが、決して連続はしない。そして2秒又は2秒以上の大波の方が寧ろ數多く襲來する、即ち大地震に於ては却つて2秒以上の週期に一致の機會が多いのである、といふ事實と、更に建物の共鳴といふことについては、第1節(4)に説明せる事實とに依つて判ずるときは柔構造は却つてこれに信頼することが出来ない。

## 3. 五重塔の特殊性

五重塔は木造建物として他に類例を見ざる高さを有するにも拘らず古くから澤山の激震に會ひながら、九輪の曲つた例はあるが未だ曾て轉倒したこともなければ挫折したこともない。誠に特殊の存在である、その耐震性に就ては種々に説明せられて居る。

その何れの層に於ても全體として轉倒しないのはその幅の大なる爲であると考へられる。その各層の柱が挫折轉倒せざることには心柱の存在に依つて振動の抑制せらるること振動の減衰性甚だしくして振幅が大とならざること等が擧げられてゐる。減衰性の原因としては或は固體粘性をとり、或は仕口の不完全弾性特に塑性的變形をとり、或は柱梁の仕口部分の摩擦抵抗を採り理論的の説明が試みられてゐる。(心柱が吊られて居るのは日光の塔、淺草の塔、其他小數であるから振子耐震説は當らない。)

一應の説明は付いて居るやうであるが未だ研究し盡されたものとは云へない、更に研究の進展を期し度い。

## 参 考 文 献\*

## 1. 地震現象全般に關するもの

- |         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| 今村明恒    | 地震講話(單行本)                          |
| 同       | 地震學(高等建築學第6卷)                      |
| 同       | Theoretical and Applied Seismology |
| 中村左衛門太郎 | 地震(單行本)                            |
| 石本巳四雄   | 地震とその研究(單行本)                       |
| 松澤武雄    | 地震(單行本)                            |
| 和連清夫    | 地震(第1部)(「震災」(防災科學2))               |
| 坪井忠二    | 同(第2部)(同)                          |
| 同       | 地震の話(單行本)                          |
| 宮部直巳    | 山崩、地上陥没など(「震災」(防災科學2))             |

## 2. 土地の固有振動に關するもの

\* 参考論文には次の略字を使用した。以下各章又同じ。

- |              |             |
|--------------|-------------|
| 建雜：建築雜誌      | 土誌：土木學會誌    |
| 建論：建築學會論文集   | 土報：土木試驗所報告  |
| 震報：震災豫防調査會報告 | 地彙：地震研究所彙報彙 |



- 今村明恒 地震波によりて誘起せられたる土地の固有振動に就て, 地彙 (昭 4.12) P.489
- 今村明恒, 岸上冬彦 新築中の議院建築物の震動験測 (第1回, 第2回), 地彙 (昭 3.8) P.143, P.143
- 石本巳四雄 東京市内二ヶ所 (本郷, 丸の内) に於ける地震動加速度比較 地彙 (昭 7.3) P.171
- 同 東京横濱市内 10 個所に於ける地震動加速度観測 (1, 2) 地彙 (昭 9.2), P.234, (昭 9.6) P.592
- 同 周波分解器製作と地震記象の分解, 地震 (昭 9.3) P.19
- 同 出羽村及び濱松町に於ける地震動卓越周期の観測, 地彙 (昭 11.6) P.240
- 同 震央距離の比較的大なる地震に依る東京近傍卓越振動週期, 地彙 (昭 12.9) P.536
- 井上宇胤 地表と地中との地動比較, 地報 (昭 9.12) P.712
- 那須信治, 萩原尊禮 大阪市内に於ける土地の固有振動の測定, 地彙 (昭 11.6) P.290
- 萩原尊禮 地震動の變位, 速度及加速度の比較, 地彙 (昭 10.3) P.138
- 同 茨城縣, 大寶村及上大津村に於ける地震動卓越週期の観測, 地彙 (昭 11.12) P.599
- 齊田時太郎, 鈴木正治 丸の内に於て観測された地上及地下の地震動に就て, 地彙 (昭 9.9) P.517
3. 耐震構造全般に関するもの
- 震災豫防評議會 家屋新築及び修理に関する耐震構造上の注意書
- 震災豫防調査會 木造小學校耐震上の注意書
- 佐野利器 家屋耐震構造論 (震報, 第 83 號甲, 乙)
- 佐野利器, 谷口忠 耐震構造 (單行本)
- 佐野利器, 武藤清 家屋耐震並耐風構造 (高等建築學第 26 卷)
- 内田祥三 建築構造汎論 (單行本)
- 河野輝夫 構造物振動論 (高等建築學第 6 卷)
- 齊田時太郎 耐震及び耐風家屋 (「震災」防災科學 2)
- 田邊平學 耐震建築問答 (單行本)
- 眞島健三郎 地震と建築 (單行本)
- (其の他震災豫防調査會報告参照)
4. 耐震構造方針に関するもの
- 内藤多仲 建物の震動, 建雜 (大 12.11) P.409

- 永田念郎 建物の震動, 建雜 (大 12.11) P.412
- 東福寺正雄 建築物の耐震に就て, 土誌 (大 12.12) P.865
- 眞島健三郎 耐震構造問題に就て, 建雜 (昭 2.1) P.67
- 齊田時太郎 日本に於ける耐震構造, 建雜 (大 15.11) P.1056
- 佐野利器 耐震構造上の諸説, 建雜 (昭 2.1) P.39
- 眞島健三郎 佐野博士の耐震構造上の諸説を読む, 建雜 (昭 2.4) P.257
- 武藤清 眞島博士の柔構造論への疑ひ, 建雜 (昭 6.3) P.353
- 眞島健三郎 柔構造論に對する武藤君の批評に答へ, 更に其の餘論を試み 廣く諸家の教を仰ぐ, 建雜 (昭 6.5) P.779
- 佐野利器 耐震論, 建雜 (昭 6.11) P.1719
- 内藤多仲 耐震構造の趨勢, 建雜 (昭 6.7) P.1039
- 谷口忠 建築物の性質とその震害との關係 (Seismic Action and Damage in Relation to Character of Building) (萬國工業會議論文集) (昭 4) P.181
- 眞島健三郎 地震と建築構造に就て (on Earthquake and Building Construction) (萬國工業會議論文集) (昭 4) P.223
- 物部長穂 建築構造の結局の耐震力に就て, 地彙 (昭 9.3) P.35
- 河野輝夫 剛構造論を支持す, 建雜 (昭 10.12) P.1579
- 棚橋諒 河野輝夫氏の「剛構造論」を支持せず, 建雜 (昭 11.6) P.904
- 河野輝夫 剛構造論に就て棚橋氏に答ふ, 建雜 (昭 11.7) P.736
- 棚橋諒 再び河野輝夫氏に答ふ, 建雜 (昭 11.10) P.1108
- 谷口忠 地震に依る架構建築の破壊位置に就て, 建雜 (大 15.3) P.272
- 武藤清 木造小學校標準教室構造設計に就いての感想, 建雜 (昭 13.2) P.148
- 武藤清, 長沼重 新形式の木構造計算法, 建雜 (昭 13.11) P.1192
- 棚橋諒 地震の破壊力と建築物の耐震力に関する私見, 建雜 (昭 10.5) P.578
- 棚橋諒, 宇都木深 耐震安全率の問題, 建論 (昭 11.4) P.177
- 眞島健三郎 棚橋諒君の新説「地震の破壊力と建築物の耐震力に関する私見」を一讀して感想を述べ, 建雜 (昭 10.10) P.1202
- 棚橋諒 眞島博士の批評に答ふ, 建雜 (昭 12.2) P.158
5. 地震被害一般に関するもの
- 田山實 大日本地震史料, 震報, 第 66 號甲乙

- 武者金吾 増訂大日本地震史料(震災豫防評議會)  
東京天文臺 理科年表(年刊)
6. 關東大地震の被害に關するもの
- 北澤五郎 木造被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.1  
同 木造被害調査報告, 建雜(昭2.12) P.1409  
佐藤好 煉瓦造被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.55  
同 煉瓦建築の震害, 建雜(昭2.5) P.525  
内田祥三 震災と建築物, 電氣學會雜誌(大13.1)  
内田祥三, 伊豫田貢 煉瓦造數個被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.169  
内藤多仲 鐵骨造被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.185  
同 鐵骨構造の震害調査, 建雜(大14.4) P.123  
同 鐵骨構造災害, 建雜(大13.1) P.514  
永田念郎 鐵筋「コンクリート」造被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.211  
同 鐵筋「コンクリート」造建築物被害調査報告, 建雜(昭2.5) P.325  
山下壽郎 鐵骨煉瓦造, 鐵筋コンクリート造の震害に就て, 建雜(大12.11) P.442  
土居松市 「コンクリート」被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.333  
田中正義, 尾崎久助 建築材料被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.343  
同 建築材料の耐震耐火的考察, 建雜(大13.7) P.479  
堀越三郎 建築設備被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.373  
田中大作 横濱市に於ける建築物被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.379  
同 横濱市に於ける建築物被害の統計, 建雜(大13.6) P.327  
三輪幸左衛門 横須賀地方に於ける震火災被害の建築物に就て, 建雜(大13.12) P.848  
藥師寺主計 陸軍省建造物の震害に就て, 建雜(大13.9) P.63  
松井宗一 文部省所管建物の被害の統計, 建雜(大13.6) P.335  
大島二郎, 上浪朗 大正12年9月大震災に於ける逕信省所管建築物の震火災被害報告, 建誌臨時増刊(大15.10) P.813  
永澤毅一 平塚海軍火藥廠に於ける震害, 建雜(大13.12) P.839  
高木源之助 工場の震害, 建雜(大13.1) P.558  
竹中二郎 工場の震害, 建雜(大13.1) P.550
7. 大正14年以後の震害に關するもの

- 永澤毅一, 田邊平學, 淺野繁 北但馬震災所見, 建雜(大14.7) P.316  
永田念郎 丹後地方の震災に就て, 建雜(昭2.5) P.602  
尾崎久助 丹後震災地調査所感, 建雜(昭2.5) P.628  
谷口忠 丹後地震に於ける建築物の被害に就て, 地彙(昭2.9) P.133  
田邊, 武藤, 土岐, 一柳, 辻井 昭和5年11月26日 豆相地方建築物の震害に就て, 建雜(昭6.2) P.97  
谷口忠 豆相地方學校建築の震害に就て, 建雜(昭6.2) P.173  
菅哲夫 伊豆農家耐震性の統計的研究, 建雜(昭8.1) P.29  
田邊, 二見, 武藤 昭和6年9月21日 北關東地方建築物の震害に就いて, 建雜(昭6.11) P.1469  
濱田稔, 森田眞一郎, 森徹 三陸津浪に於ける家屋被害に就て, 建雜(昭8.6) P.833  
松尾春雄 三陸津浪調査報告, 土報, 第24號(昭8.6) P.1  
同 三陸津浪調査報告(追加), 土報, 第27號(昭9.1)  
佐野利器 臺灣地震と建築, 建雜(昭10.11) P.1288  
大村巳代治, 杉山榮二, 竹内佐平治 静岡地方建築物の震害に就て, 建雜(昭10.11) P.1296  
武藤清, 井坂富士雄 昭和10年7月11日 静岡地方に於ける單一物の被害並に住家の被害に就て, 建雜(昭10.11) P.1337  
齋田時太郎 昭和10年7月11日 静岡地震に就て, 地彙(昭10.12) P.985  
河野輝夫, 田治米辰雄, 高敷良二 昭和11年5月1日男鹿半島地震に於ける建築物の被害に就て, 建雜(昭14.8) P.1022
8. 建築物の振動に關する理論的研究
- 妹澤克雄 振動學(單行本)  
河野輝夫 構造物振動理論(高等建築學第6卷)  
布施忠司 構造物の振動に關する一考案, 建雜(昭5.3) P.545  
河野輝夫 矩形架構振動理論, 建雜(昭2.11) P.1363  
棚橋諒 構造物の振れ振動の問題, 建雜(昭9.4) P.333  
同 地盤の弾性の架構の振期並に振動性状に及ぼす影響につきて, 建雜(昭12.3) P.173  
同 架構の振動に關する若干の考察, 建論(昭12.8) P.1  
眞島健三郎 地震動に依る構造體の振動週期に就て, 土誌(大13.2) P.49

- 眞島健三郎 重層架構建築耐震構造論, 土誌(大 15.4) P. 229  
 同 地震動に強制さるる架構體の高次振動に就て, 土誌(大 15.10) P.965  
 水原 旭 構造物の振動曲線に就て(一,二,三, 補), 建雜(大 14.10, 15.1, 15.11, 昭 2.3) p.478, 45, 1020, 212  
 同 高層架構の振動に就て, 建雜(昭 3.3) P. 247  
 同 高層架構の振動に關する演習(一,二,三), 建雜(昭 2.6, 10, 12) P.756, 1231, 1374  
 同 高層建築に於ける振動曲線式の途中荷重に對する補正, 建雜(昭 3.5) P.495  
 同 高層ラーメンの振動曲線に就て(On the Vibration Curves of High Framed Structures)(萬國工業會議論文集)(昭 4) P. 353  
 同 高層架構に於ける振動曲線の計算例, 建雜(昭 4.6) P.603  
 同 高層架構の振動曲線圖表, 建雜(昭 5.6) P.1239  
 同 振動曲線の靜力學的實驗解法に就て, 建雜(昭 9.10) P.1071  
 同 軸方向を受くる高層ラーメンの振動に就て, 建論(昭 11.4) P.191  
 同 彈性材を以て連結せる連結體の振動に就て, 建論(昭12.3) P.156  
 同 強制振動の特殊例に就て, 建論(昭 13.12) P.33  
 同 高層ラーメンの固有振動曲線の計算に就て, 建論(昭 13.2) P.34  
 武藤 清 構造物の振動性と之に及ぼす地震動の影響(1), 建雜(大 14.11) P.535  
 同 矩形架構の水平振動に就て, 建雜(昭 4.12) P.1531  
 中村太郎 エネルギーより見たる耐震理論, 建雜(昭 2.3) P.226  
 酒井忠明 エネルギー法による多張間高層ラーメンに對する固有振動週期の實用算定法, 土誌(昭 15.11) P.1  
 同 微分方程式による多張間高層ラーメンの振動解法並にその固有振動週期の實用算定公式, 土誌(昭 15.4) P.441  
 末廣恭二 構造物振動の理論及其測定法, 建雜(大 15.7) P.531  
 妹澤克惟, 金井清 單層架構構造の振動, 地彙(昭 7.9) P.767  
 同 二層又は三層架構の屈曲振動, 地彙(昭 7.12) P.903  
 谷口 忠 架構の固有振動週期に於て(一,二,三), 建雜(大 14.2,3,

- 5,10) P.43,91,177,487  
 坂 靜 雄 柱の限界荷重と固有振動の週期に就て, 建雜(昭 6.6) P.861  
 中村太郎 構造物の振動に就て, 建雜(昭 3.11) P.1227  
 物部長穂 載荷せる構造物の振動並に其の耐震性に就て, 土誌(大 9.8) P.581  
 同 塔狀構造物の震動並に其の耐震性に就て, 土誌(大 12.12) P.561  
 矢野諭理男 構造物の振動に於ける自重直壓の影響に就て, 建雜(昭 3.2) P.171  
 丸山茂樹 重層架構の耐震計算, 建雜(大 14.8) P.337  
 石本巳四雄 鐵筋コンクリート造平屋の振動測定並に微動計の考案, 地彙(大 15.10) P.1  
 小野 薫 質點系の取扱に基く振動撓角法, 建論(昭 11.4) P.181  
 同 振動撓角法と其の實用化, 建論(昭 12.3) P.166  
 鷹部屋福平 震災位置に關する剛節高層ラーメンの實驗的研究と補強, 建論(昭 11.4) P.201  
 9. 減衰性に關するもの  
 末廣恭二 塔狀體の減衰振動, 地彙(昭 4.4) P.63  
 武藤 清 減衰振動に就て, 建雜(昭 4.4) P.672  
 同 鐵筋コンクリート材の振動に關する考察, 建雜(昭 6.12) P.1961  
 谷口忠, 野村芳太郎 繰返正負剪斷又は壓縮を受くるコンクリートのエネルギー消耗量, 建論(昭 11.4) P.2  
 谷口 忠 建造物の振動減衰性に關する研究(鐵筋コンクリート造の減衰係數に就て), 建論(昭 12.3) P.146  
 同 建築物の振動減衰性に關する研究(鐵筋コンクリート造の基礎狀態に關する減衰係數と週期の變化), 建論(昭13.4) P.110  
 水原 旭 減衰を伴ふ強制振動の圖表に就て, 建論(昭 13.8) P.1  
 谷口 忠 建造物の振動減衰性に關する研究(木造の減衰性に就て), 建論(昭 14.4) P.220  
 同 塔狀建造物の基礎不完全固定が週期に及ぼす影響, 建論(昭 9.4) P.31  
 10. 振動逸散に關するもの  
 妹澤克惟, 金井清 構造物振動の新しい問題, 地彙(昭 9.12) P.804

- 妹澤克雄, 金井清 構造物耐震理論の新しい問題, 地彙 (昭 9.12) P. 823  
 同 勢力の地下逸散の爲に生ずる高層構造物の振動減衰, 地彙 (昭 10.9) P. 696  
 同 架構構造物の震動に於ける勢力逸散, 地彙 (昭 10.9) P. 698  
 同 三菱仲 13 號館, 仲 12 號館, 6 號, 東 7 號館別館の震動に於ける勢力逸散性, 地彙 (昭 10.12) P. 925  
 同 三菱 7 號館別館, 仲 8 號館別館, 仲 13 號館の種々の状態に於ける振動勢力の逸散性, 地彙 (昭 11.3) P. 133  
 同 6 階建築に於ける振動勢力の逸散性, 共振と餘共振とが一致する問題, 地報 (昭 11.3) P. 145  
 同 7 階建築に於ける振動勢力の逸散性, 地彙 (昭 11.6) P. 205  
 同 改良せる理論から見た實在建物の震動勢力逸散性, 地彙 (昭 11.9) P. 386  
 同 8 階建築に於ける震動勢力の地中逸散性, 地彙 (昭 11.12) P. 523
11. 建築物の振動實測に関するもの  
 田中館愛橋, 眞野文二 煙突振動實験報告, 震報, 第 21 號 P. 7  
 大森房吉 構造物振動實測調査報告, 震報, 第 97 號甲  
 福富孝治 武田ビルディング振動觀測結果報告, 地彙 (昭 6.12) P. 485  
 同 地震動に依つて起された建築物並に煙突の振動に就て, 地彙 (昭 9.9) P. 492  
 内田祥三, 齋田時太郎, 武藤清 東京帝國大學法學部, 文學部及經濟學部講義室鐵骨架構の振動觀測に就て, 地彙 (昭 4.4) P. 345  
 谷口忠 鐵筋コンクリート架構の振動實験, 建雜 (昭 3.2) P. 151  
 末廣恭二, 石本巳四雄 On the Vibration of Law Manclithic Building (第 3 回汎太平洋會議記事) (1926) P. 1482  
 齋田時太郎 地震動に依る家屋の振動觀測, 建雜 (大 15.5) P. 418  
 石本巳四雄, 高橋龍太郎 平常時に於ける一建築物の振動測定, 地彙 (昭 4.6) P. 175  
 齋田時太郎 丸の内ビルディングの構造と振動, 建雜 (昭 2.7) P. 965  
 堀越三郎 建物の振動, 建雜 (昭 13.1) P. 515  
 河野輝夫 木造建築物 (無壁 1 階建) の振動實験, 建論 (昭 13.11) P. 13  
 同 木造建築物 (無壁 2 階建) の振動實験, 建論 (昭 11.4) P. 194

12. 不完全弾性振動に関するもの  
 河野輝夫 鐵筋コンクリート柱振動の理論的研究, 建論 (昭 9.4) P. 328
13. 設計法に関するもの  
 内藤多伸 架構建築耐震構造論 (單行本)  
 同 架構建築耐震構造論, 建雜 (大 12. 4, 5, 6) P. 3, 39, 69  
 河野輝夫 水平力を受ける矩形ラーメンの撓度及び應力の略算法, 建論 (昭 11.4) P. 14  
 鷹部屋福平 高層摩天閣架構の耐風, 耐震的計算に對する曲能率直線式の提案, 建雜 (昭 2.3) P. 683  
 同 撓角分配法に依る高層ラーメンの實用的耐震風計算, 建雜 (昭 10.4) P. 392  
 同 水平節點荷重を有する高層ラーメンと撓角概算値算定の新方法, 建雜 (昭 10.11) P. 1199  
 同 耐風耐震の高層ラーメンに對する曲げモーメントの實用新公式と其の應用 (其の 1, 2), 建論 (昭 10.4, 14.4) P. 431, 102  
 谷隆夫 水平荷重を受くる矩形ラーメンの略解法, 建論 (昭 10) P. 429  
 瀧本義一 水平荷重を受ける架構の略算, 建雜 (昭 10.10) P. 1195  
 柳橋諒, 糸見正信 水平力を受けるラーメンの圖式略算, 建論 (昭 14.4) P. 108  
 各務一雄 斷面の變化する材を有する架構の計算に就て (變斷面材の固定端モーメントの解析的算法) 建雜 (昭 6.10) P. 1383  
 武藤清 水平力を受くる矩形架構の各部曲能率, 建雜 (昭 4.7) P. 729  
 同 矩形架構の新設計方針とその計算方法, 建論 (昭 5.4) P. 863  
 同 材端に剛域を有するラーメンの地震力に依る應力の略算法, 建論 (昭 13.4) P. 91  
 柳橋諒 壁體の開孔に依る剛度効率の減少に關する實験的研究, 建論 (昭 9.4) P. 320  
 柳橋諒, 糸見正信 水平力の架構分擔比に關する理論的考案, 建論 (昭 12.12) P. 23  
 坂靜雄 弾性範圍に於ける耐震壁の應力變形及剪力負擔, 建論 (昭 12.2) P. 16  
 坂靜雄, 柿本清治 連層耐震壁の横力負擔, 建論 (昭 12.12) P. 13

- 坂 靜 雄 連層耐震壁の横力負擔決定の別解法, 建論 (昭 13.4) P. 101  
 伊 藤 憲 太 郎 積載荷重に就て, 建雜 (昭 12.7) P. 858
14. 特殊の耐震構造法
- 岡 隆 一 免震基礎に對する一考案, 建雜 (昭 3) P. 727  
 同 建築物免震構造の研究, 建雜 (昭 4.11) P. 1425  
 同 建築物柔剛兩構造法の適否に就て, 建雜 (昭 6.11) P. 1813  
 同 築造物の免震耐風構造法に就て, 建雜 (昭 8.12) P. 1933  
 同 柔剛兩耐震構造法の適否に就て, 建雜 (昭 7.4) P. 451  
 同 耐震設計上の床荷重算定に就て, 建雜 (昭 8.1) P. 1  
 同 免震基礎の實施に就て, 建雜 (昭 8.4) P. 509  
 同 従來耐震建築物内質量分布に就て, 建雜 (昭 8.8) P. 1169  
 同 免震耐風構造に關する諸實驗, 建論 (昭 14.4) P. 204  
 關 根 要 太 郎 免震構造の實施に就て, 建雜 (昭 10.6) P. 721  
 妹澤克雄, 金井清 構造物の震動を防止する一つの方法, 地彙 (昭 12.3) P. 31
- 中 村 太 郎 地震動エネルギーの吸收設備に就て, 建雜 (昭 2) P. 701  
 鷹 部 屋 福 平 耐震構造の新方法, 土誌 (昭 13.5) P. 485  
 同 耐震構造の新方法續報, 土誌 (昭 13.9) P. 977  
 同 制震性耐震構造法, 建雜 (昭 13.3) P. 259  
 同 制震性耐震構造法に就ての續報, 建雜 (昭 13.7) P. 787  
 川 島 定 雄 鷹部屋博士の「制震性耐震構造法」を讀みて, 建雜 (昭 13.5) P. 552
15. 五重塔に關するもの
- 武 藤 清 Gojunoto and Earthquake (萬國工業會議論文集) (昭 4) P. 269  
 妹澤克雄, 金井清 五重塔の耐震性, 地彙 (昭 11.12) P. 533  
 同 五重塔の耐震性に關する研究, 地彙 (昭 12.3) P. 39

## 第2章 木 構 造

### 總 說

木造建物とは木材の箱狀骨組を以て建物の主體となすものゝ總稱で、在來の和風木造、洋風木造、木骨煉瓦造、木骨石造、土藏造等の如く柱と梁との組合せを主とした方法によるものゝ外、近年發達し始めたものとして特に各部材の釣合ひを主とした構造の類がある。

木骨煉瓦造、木骨石造及び土藏造の類は暫く措き、一般の木造建物に就て見るに、木構造は特に輕量なる點が有利であるのみならず、構造手法としても地震に對して決して不利なものではない。然るにも拘らず従來の地震に際して木造建物の損害が尠くなかつた主なる理由は、殆んど總ての建物が繼手、仕口等の末技に囚はれ、科學的な考慮が拂はれてゐなかつた事に在るのである。

従來の經驗に徴するに、木造建物が地震によつて損害を受けるのは、概して次の様な状態に在るものに多い。

- (1) 敷地又は地盤の不適當なもの
- (2) 基礎不完全なもの
- (3) 間取及び形狀の不良なもの
- (4) 建物の老朽したもの又は新しくとも施工粗雑なもの
- (5) 構造概して開放的なもの
- (6) 建物の規模に比して柱細きもの
- (7) 繼手又は仕口の不完全なもの

## (8) 屋根重きもの

住宅建築として最も数多き和風木造は開放的構造で軽快ではあるが、従来のまゝの構造では地震國に適したものは云ひ難い。

同程度の建物に就て比較すれば、洋風木造の方が開放しの部分が少く、壁體が多いため、和風木造よりも概して自然に耐震的である。

最近の發達にかゝる各部材の釣合ひを主として考案せられた木構造は管に經濟上有利なるのみならず、耐震上からも信頼性に富むものと考へられる。

以上木造建物の耐震性に就て述べた事項は、耐風性及び耐浪性に對しても概ね當嵌まるものと考へてよい。

以下第1節に於ては木構造全般に對しての構造計畫に就き、第2節に於ては現行の各種木構造に就き、それぞれ耐震構造上の要項を述べ、第3節に於ては木構造建物の保存、修理に就き、第4節に於ては同じく防火に就き注意事項を擧げる。

## 第1節 構造計畫

## 1. 構造の方針

木造建物を地震に對して安全ならしむる爲めには、第1に屋根その他の上部を成るべく軽く造つて地震の破壊力を輕減し、第2には地震に出遭つて柱が傾かぬ様に軸部に筋違その他の斜材、剛壁の類を用ひ骨組を可及的剛強に造つて抵抗を増大せしめることが肝要である。これは柱が傾けば鉛直荷重による剪斷（水平）分力が増大し、骨組は益々復原力を失つて建物の倒潰を來すからである。

建物が地震に對して眞に安全なる爲めには、單にその構造が耐震的なるのみならず、地震に伴ふ火災に對しても心配なき様に造られてゐることが望ましい。鐵筋コンクリート造の類ならば、この點申分がない。木造建物の場合に於ても地震に出遭つて倒潰せぬ様に造られてあれば地震に付き物の火災を自ら起す虞れも著しく減するに至る。

木造建物の耐震構造は如上の根本方針に基づいて進めらるべきものである。

尙構造計畫に當つては第1に敷地の選定並に地盤等に關する注意が必要であるが、これ等に就ては總則に詳述されてゐるので、茲には重複を避け以下主として木造建物に必要な計畫一般と基礎に關する注意その他を述べる。

## 2. 計畫一般

**概説** 設計に當つては、先づ建物自身の形態を平面的にも亦、立體的にも充分耐震的に考慮することが肝要である（總則第2節「平面及び立面計畫」参照）。以下特に木造建物の平面計畫その他に關して注意すべき事項を列擧する。

**壁體の配置** 壁體は、その構造が堅實であれば建物の骨組の變形を妨げ、地震力に對する抵抗を増す上に於て極めて有效な働をするが、木造建物の場合特にその効果が顯著である。故に木造建物に於ては壁體は建物の外側のみでなく、内部にも間仕切などに剛強なものを成るべく數多く設ける必要がある。これを建物の間取の上から見れば、少數の大なる室を設けるよりもなるべく多數の小なる室を設けることが有利となる。又間仕切壁は建物の平面で見ると縦横兩方向に向つて配置せられ、且つ成るべく一直線を成して建物の隅から隅まで通つてゐる様な間取にすることが望ましい。

2階建以上の場合には各階に互つて間仕切壁が成るべく一様に配置される様にし、下方の階に於て、間仕切壁の数が減ずる様な場合には、下階の構造に特に注意を要する。

2階建以上の場合には上階の間仕切壁と下階のそれとが、成るべく相重なり合ふ様にする方がよい。

**防火壁** 防火壁もその材料、構造並に配置宜しきを得るときは耐震壁としての効果を發揮するから間取を作るに當つては、この點を念頭に置く必要がある。但し木造骨組を用ひた簡易防火壁の類は地震に出遭つて、これに水平荷重が集中すると龜裂、剝落が生じ易く、防火壁としての本來の使命を果し得なくなる虞れがあるから、耐震壁を兼ねしめる場合には、その構造に特別の注意を要する。

**階段** 階段はその配置並に構造の如何により大なる筋違として耐震上有效な働をさせることが出来る。故に平面計畫に當つては單に建物内の交通上の便利のみならず、耐震構造上からも効果ある様に階段の位置その他を選ぶことが望ましい。

木造小學校等に於て階段室を鐵筋コンクリート造としたものは耐震上の効力が頗る大である。

**階數** 在來の構造による木造建物では平家建が最も安全で2階建がこれに次ぐ、3階建以上は構造に餘程注意しなければ危険であるから避けた方がよい。

2階建家屋が地震で損害を受ける場合に、下階が潰れて上階が無事に残ることが多い(2階建の場合の構造上の注意、特に被害の直接原因となる柱の弱點その他に就ては第2節の4参照)。

**一文字形建物** 木造小學校校舎等に多く見らるゝ一文字形の細長い建物

を設計するに當つては、地震力に依つて生ずべき張間方向の撓みを防ぐために構造上特に注意を要する。

**角屋** 長屋若しくは商店街に見る如き、軒續きの建物の端に位する所は、片方に支へのない爲め、地震の際損害を受け易い。故に軸部の構造を特に入念堅固にする必要がある。

**附屬屋** 下屋、離座敷、渡廊下の如き附屬屋と主屋との接合部は害を受け易い部分である。故に構造に特に注意して下屋の類は主屋に堅固に連結し、離座敷、渡廊下の如き別の構造のものは全然縁を切つて置くか又は軽く連結して置く方がよい。

### 3. 基礎に関する注意

基礎は成るべく堅硬な地盤まで下げて造ることがよい。土質が軟弱な場合には、堅固に搗固めた上に築造せねばならぬ。

土藏造その他木造建物にしても荷重大なる場合に於て深所まで土質軟弱なときは、枕打地業を施す方がよい。

基礎用材料としてはコンクリート又は鐵筋コンクリートが適してゐる。殊に建物の部分により、基礎に加はる荷重に著しき差異ある場合、地盤の硬軟異なる場合、又は地盤軟弱なる場合等には、鐵筋コンクリート造の基礎がよい。

基礎、腰積等の材料として煉瓦、石材の類を用ひることは耐震上好ましくない。

木材を杭その他として基礎に用ひる場合には、生木を用ひ、木材が常水面以下に在る様にして置かねば腐朽の憂ひがある。尙又建築物竣工後常水面の降下する場合のあることも考慮して置かねばならぬ。

### 4. 木構造の安全度

従來の木構造の中にも筋違入軸組、洋風小屋組等に見る如くこれを力學的に精査すれば各部の安全度の略明確なものが少なくないが、近來特に大きな建物には鐵骨構造に於けるが如く建物全體としての形狀乃至各部の構造を専ら釣合ひを主とし構造力學に基づいて設計せんとする構造方法が用ひられるやうになつて來た。これは木材の強度を充分に利用して安全にして而も經濟的な木構造を得ることを目的とする。本構造の主なる特徴は骨組用材を従來の如き大なる材形の單材のみに限らず、或は單材を用ひ、或はこれに代ふるに多數の薄い板狀の材又は細き棒狀の材を集成したるものを以てし、適材を適所に自由に用ひることによつて建物の各部に均一なる強度を有せしめんとするに在る。材と材との結合には従來のボルト、羽子板ボルト、添釘、栓等の外にネチ、バネ、デュベル等各種の接合鐵物が使用される。

この種の構造法は大工場、格納庫等の如く大なるスパンを必要とする場合、又は特に大なる荷重を受くる構造物の場合に適用されるが、強度計算によつて各部が均等なる安全度を有する様に設計されるのみならず、建物全體が小材の集合によつて成り且つ輕量にして弾性に富み、籠狀を成して一體的に外力に抵抗し得るため、局部的に大なる應力を受ける虞れなく、耐震上有利なる構造と認められる。

従來の木構造に於ては各部の安全度が多く不明確であり、従つて或物は著しく安全に過ぎ、或物は著しく危険に近い等の缺點があつたが、この種の構造に依れば木材の強度が充分に利用され、經濟的に能率を上げ得る利點がある。但し他の一面に於てこの種の構造には、その強度計算、設計並に施工につき、特に正確を期する必要があること勿論である。

### 5. 特殊の構造

バルーン式木構造の如く標準寸法を有する小材（例へば敷居木の如き木材）を集成して建物の軸組を組立てる方法に於ては、各部材が骨組全體に互つて略均等に分布され、完全なる籠狀に近い構造を呈する。この點は耐震的に有利なる條件を成す。但し各材相互間の接合部は部材細長にして且つ接合方法簡單なる爲め、動もすれば地震力に抗するに充分なる強度を有せず、又地震に依る水平力は専ら筋違若しくは壁體を構成する材に負擔せしめねばならぬ構造となつてゐる爲め、細長なる柱に比較的大なる軸方向力が作用することとなり、柱方向に働く應力を處理するに困難なる場合がある。

本構造法に於て更に組立梁、組立柱を適當に使用する等の工夫を施すならば、耐震的に有利なるものとなり得よう。

### 6. 木材の特性その他に関する注意

木構造建物を設計するに當つて注意すべき木材の特性その他を述べれば下の如くである。

#### (1) 木材の收縮が比較的大なること。

特に纖維に直角方向の收縮に因つて縦横架構材の接合に多少とも緩みを來すことは免れ得ない所である。板狀材を多數重ね合せて結合したる如き場合に於ても同様である。故に斯る場合に對しては、後日調節可能なる如き結合方法を工夫して置くことが有利である。

#### (2) 大なる變形並に撓みを生じ易きこと。

仕口に緩みある場合、特に仕口の多い構造物の場合にはこれが加重されて全體の變形並に撓みを大ならしめる。又特にスパン大なる建物の場合及び動的荷重（振動の如き）が作用する場合に於て著しき變形並に撓みを生じ易い。故に設計に注意すると共に木材の加工を正確にし



特に結合部に於ける栓孔の類を正確に鑿ち、栓の類を移動せざる様に堅く差して置く必要がある。

(3) 二次応力を生じ易きこと。

接合部はその構造により、時として著しき二次応力を生ずる場合がある。

木構造には木材自身の非等質性その他に基因して上記の如き複雑性があり、理論のみにては決定し兼ねる場合が少くない。故に出来得る限り個々の場合に就き實際的の考究を遂げ、信頼し得べき根據に基づいて設計施工することが望ましい。

## 第2節 構造上の注意

### 1. 仕 口, 継 手

**概説** 柱、梁、土臺等の如き木造骨組の主要部材の仕口又は継手を従来の如き杓差のみの構造によることは頗る危険である。過去の震災に於ける木造家屋の損害は主としてこれ等の接合部の構造上の不備に起因したと云つて過言でない。

主要材の仕口及び継手に鐵物を用ひて補強することは耐震上極めて有効であるから、是非共勵行する必要がある(市街地建築物法施行規則第48條参照)。

木材の接合法には釘、鋸、帶鐵、箱鐵物、ボルト類、デュベル類、その他の鐵物類を用ひる方法及び膠着劑に依る方法がある。補強鐵物としては多くの場合市販品のボルト、羽子板ボルト、短冊鐵物の類で間に合ふが鐵物の効果を十分に發揮さす爲めには、その用ふべき箇所により、又その部

分に加はるべき應力の種類(引張か、壓縮か、剪斷か、曲げか等)並にその大きさに應じて適切なる形状並に寸法を有するものを適當に選擇すべきことを忘れてはならない。

釘、ボルト、鋸、輪形デュベル等を使用せる接合部の設計荷重は破壊荷重に對して充分の安全率(例へば4以上)を有せしめ、且つ接合部に於ける接合材の相對變位は、特に差支へなき部分を除き、一般に充分小(例へば2mm以下)とする必要がある。

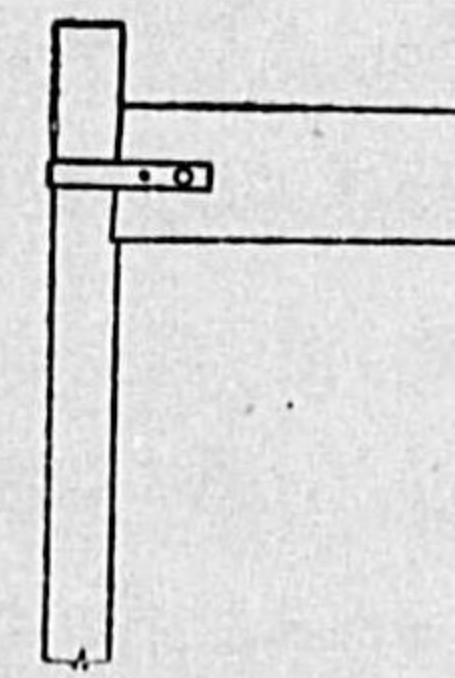
軸方向力を受くる接合部に於ける2箇以上の同形のデュベル又はボルトは應力を等しく分擔するものと假定してよい。

偏心荷重を受くる如き接合形式を採用した場合には當然偏心による影響を考慮すべきである。

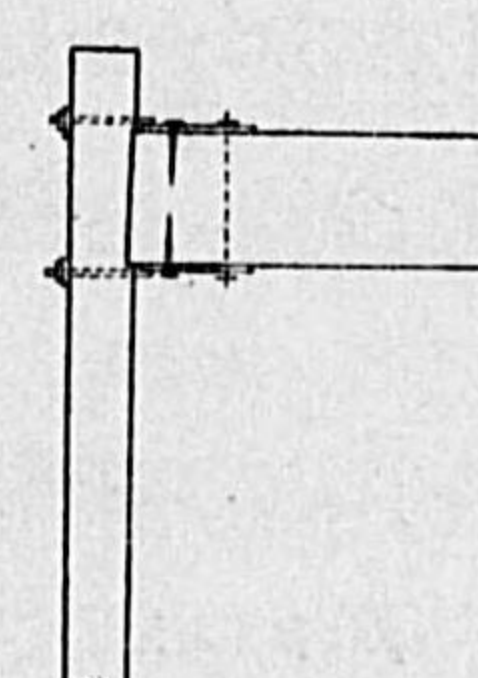
**有效断面** 材の有効断面としては、仕口、継手等に於ける毀損の影響を考慮したものを採るべきである。但し壓縮材及び曲げ材壓縮側に於ては、毀損箇所が充分填充せられたる場合に限り、これを控除しなくともよい。

**柱梁接合部** 縦横架構材例へば柱及び梁の接合部の曲げ強さ及び剛度に關しては、下記の様述べる事が出来る。

外柱と横架材との仕口を箱鐵物によつて補強しただけ(第5圖)では、



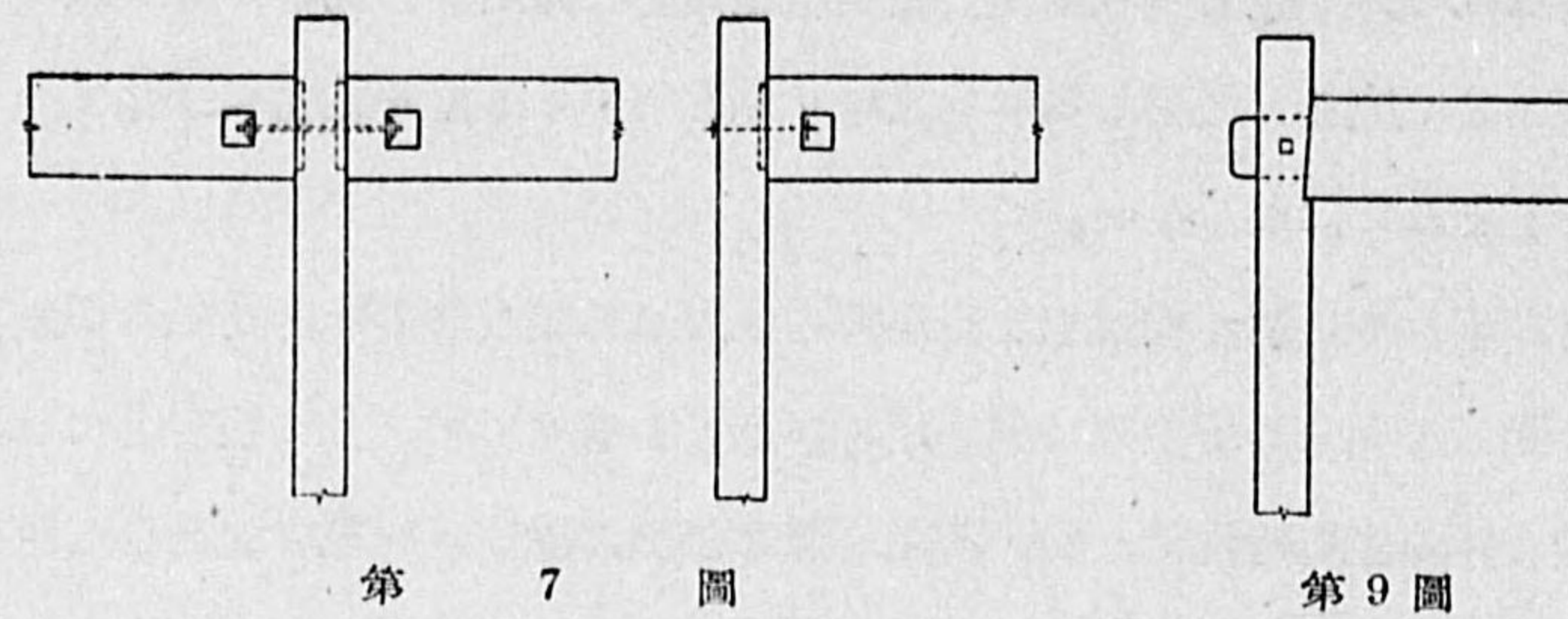
第5圖



第6圖

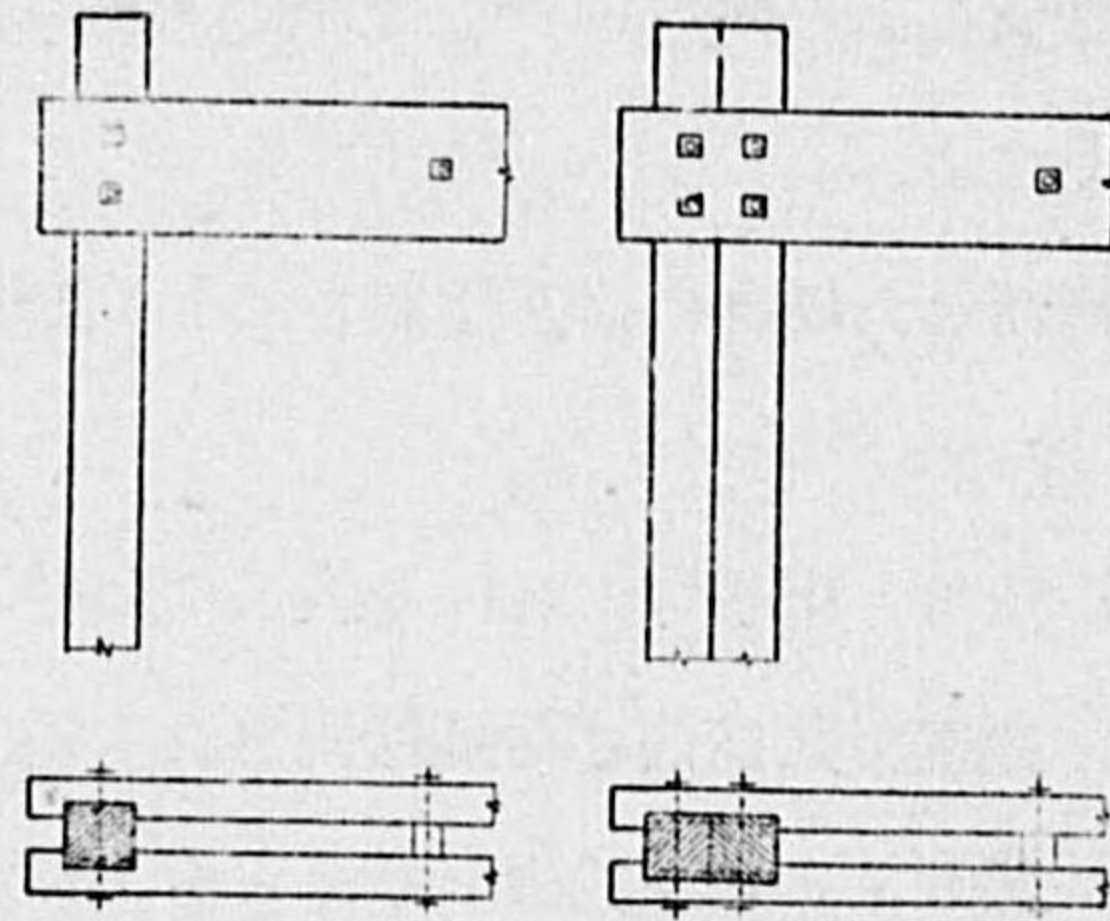
ピンに近い構造となる爲め、方杖なき場合に於ては、僅かの荷重によつても容易に仕口が開く。これに反して羽子板ボルトを梁の上下端(側面ではない)に用ひて仕口を補強

したもの(第6圖)は従來の手法中最も推奨し得る方法の一つである。



第 7 圖

第 9 圖



第 8 圖

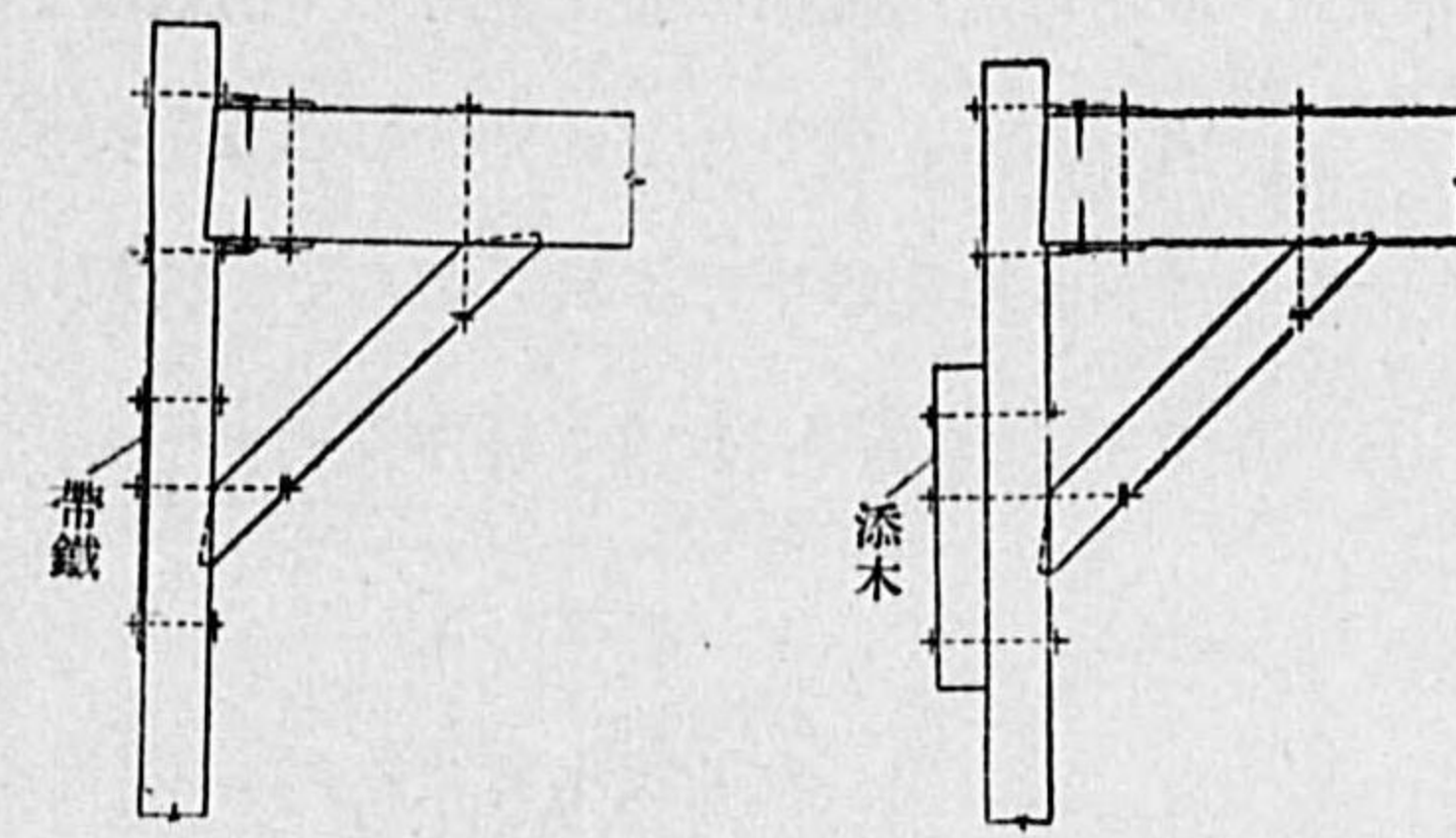
両端にネジを切つたボルトを柱真に通し、これによつて横架材を柱に締付ける方法(第7圖)も亦相當有效なものとして推奨が出来る。

合せ梁で柱を抱き、仕口をボルト締としたもの(第8圖)は、ボルトを何本使つても亦

柱が1本たると角材2本の抱合せたるとを問はず、接合部がピンの状態に近き爲め、方杖なき場合には變形が著しく大となる。尙合せ梁で角材1本を抱き、仕口を2本のボルト締としたものゝ強さは箱鐵物による仕口と羽子板ボルトによる仕口との大體中間に位し、込栓打柄差仕口(第9圖)の強さに略等しい。

柱と梁との接合部を單に鐵物のみによつて補強したものと、更にこれに方杖を取付けたものとの就き、靜力學的に比較實驗を試みたる結果によれば、前者は柱梁の接合部に於て仕口に破壊が起るに反し、後者は常に方杖の取付箇所にて柱が折れて破壊する。但しその終局強度に於ては各種の

仕口を通じて方杖を有するものゝ方が方杖なき場合に比して2倍以上の強さを示し、特に方杖と柱との仕口を帶鐵(第10圖)又は柱二つ割程度の添木(第11圖)によつて補強したものは約倍の強さを示した。同じくこれを接合部の剛度(單位變角を生ぜしむるに要すべき曲げモーメント)に就き



第 10 圖

第 11 圖

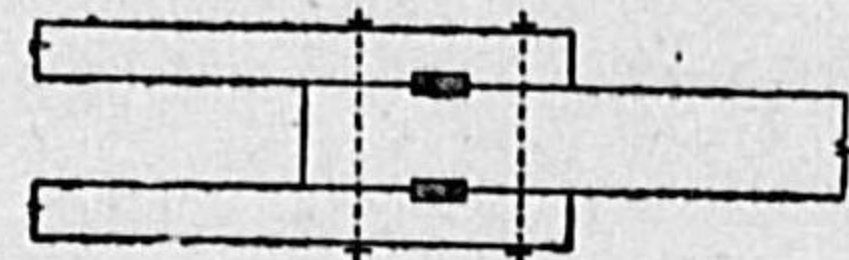
比較するに、方杖なき場合の柱梁接合部の剛度は變形が増大するに従つて、減少する一方なるに反し方杖ある場合には、接合部の變形が増大して方杖が利いて來

るに従つて、剛度が一層著しく増大する特性のあることが認められる。更に方杖なき場合とある場合との接合部の剛度を同一の仕口に就てそれぞれ比較するに、後者は前者に比して5倍乃至20倍に達し、方杖の柱への取付箇所を補強したるものに於てはこの値は更に大となつた。これ等の事實に鑑みると方杖を用ふることは、強さを増大すること勿論であるが、更に接合部の剛度を増大する上に於て効果一層大なることを知るのである。

**デュベル接合** 大規模な木構造に於ては有り振れた鐵物の程度では補強の完璧を期し難い。この場合デュベルによる接合は一般の繼手及び仕口、特に引張材の接合に適した工法である。以下その數種のものに就き注意事項を述べる。

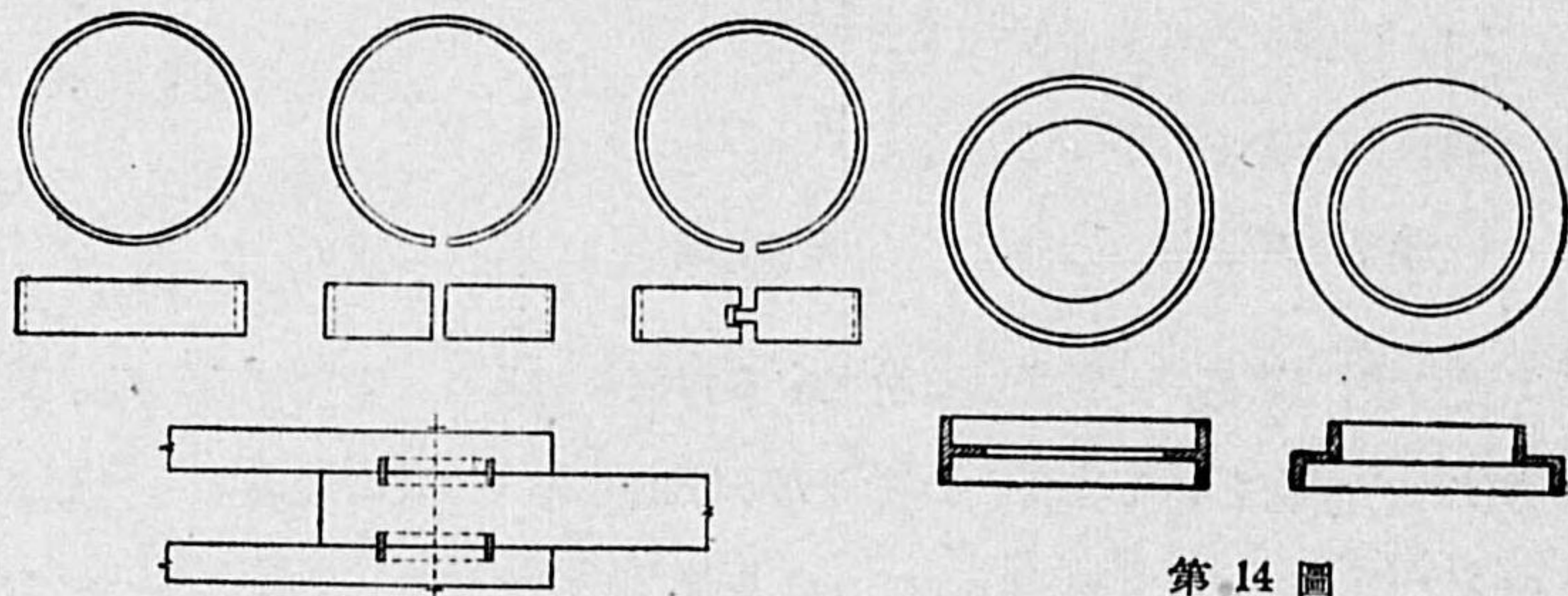
「木製鯨」(第12圖)は最も普通に用ひられる方法である。鯨を楔形にしたものは手間を要するが、材の收縮による鯨の緩みを防止し得るのみなら

ず、施工の不完全を補ひ得る利点がある。施工に當つては鯨の繊維方向に注意し、その強度が設計の際の計算値と齟齬せぬ様に心懸けねばならぬ。



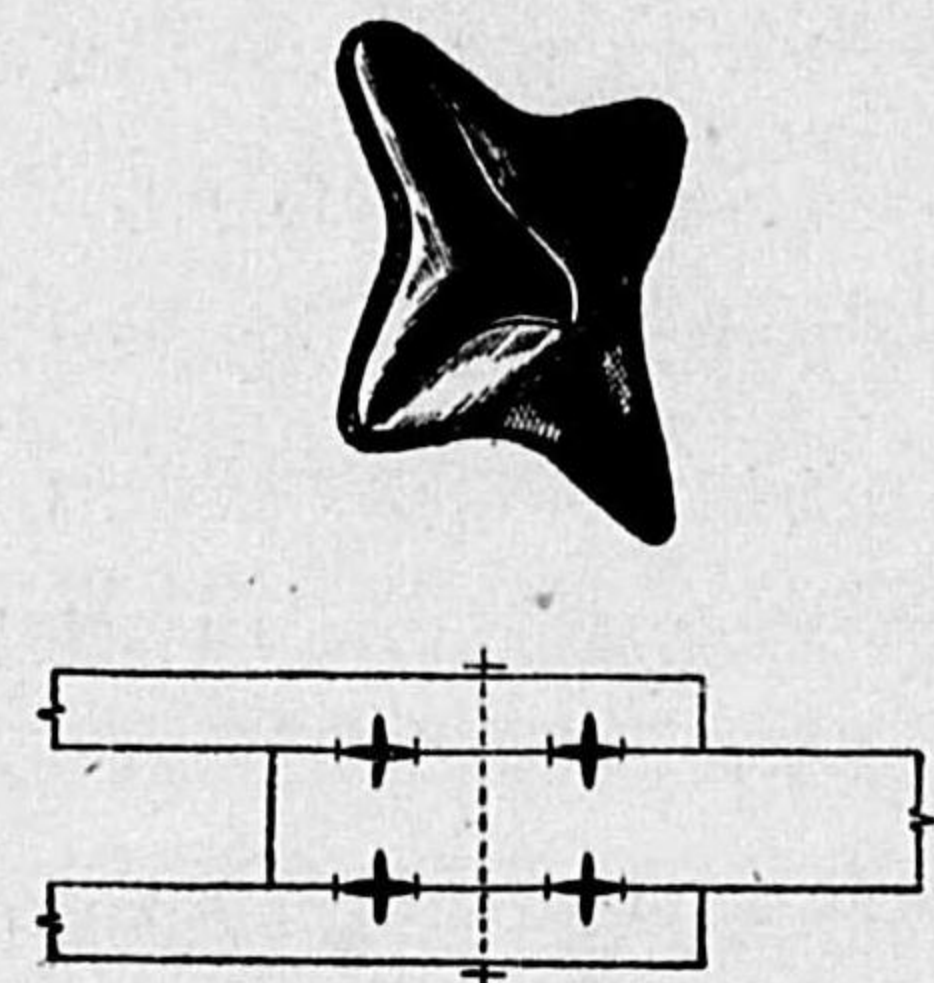
第 12 圖

「輪形チュベル」(第 13 圖)は簡単に木材に輪形を切込む方法をとれば、継手のみならず滑節點に於ても用ひて有効な手法である。但し施工に充分の注意を拂はぬと切込位置が狂ひ、組立に當つて多大の困難を來す虞れがある。尙輪は閉鎖されたものよりも切れ目があつて多少自由の利くものゝ方がよい。



第 13 圖

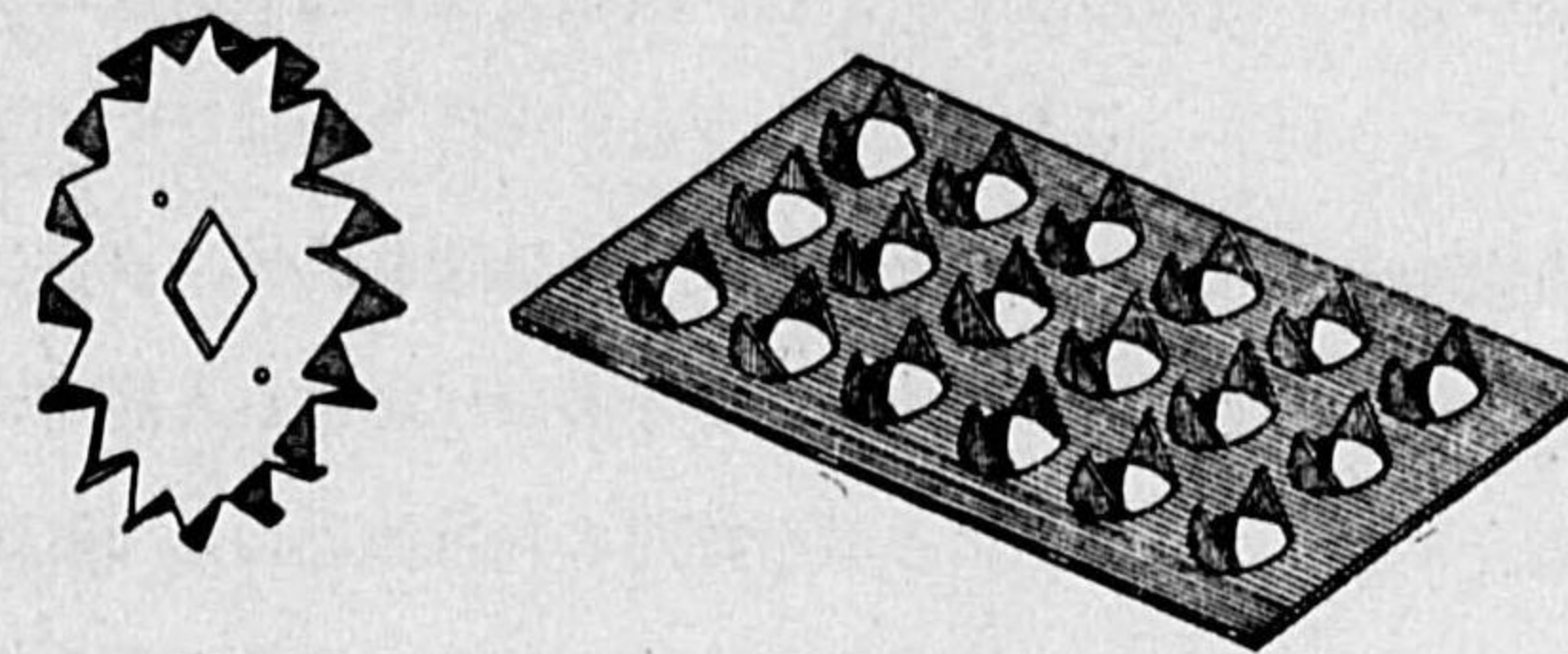
第 14 圖



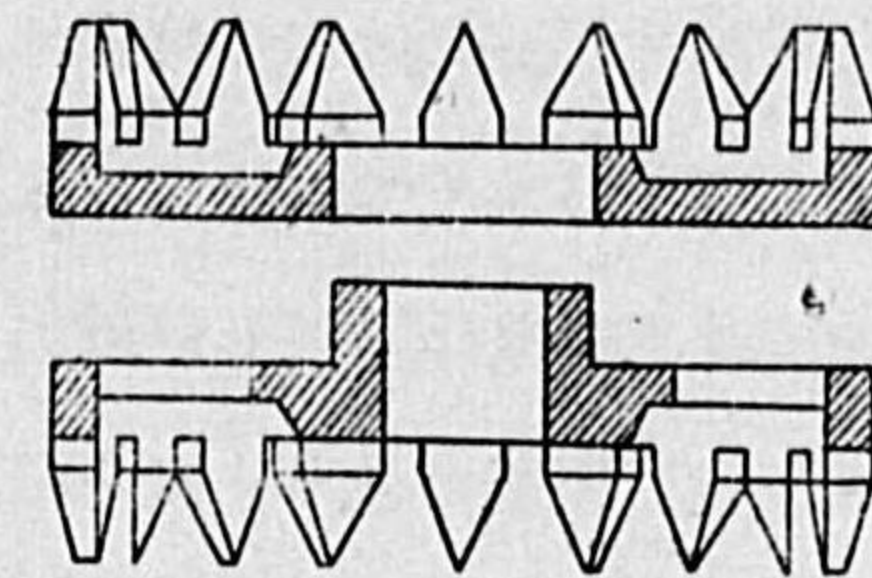
第 15 圖

「皿形チュベル」(第 14 圖)は滑節點に於て接觸する兩材が纖維方向の差により又は材質により、強度を異にする場合に用ふるに適し、輪形チュベルよりも有効である。但し施工の困難さは輪形チュベルに於けると同様である。

「獨樂形チュベルの類」(第 15



第 16 圖



第 17 圖

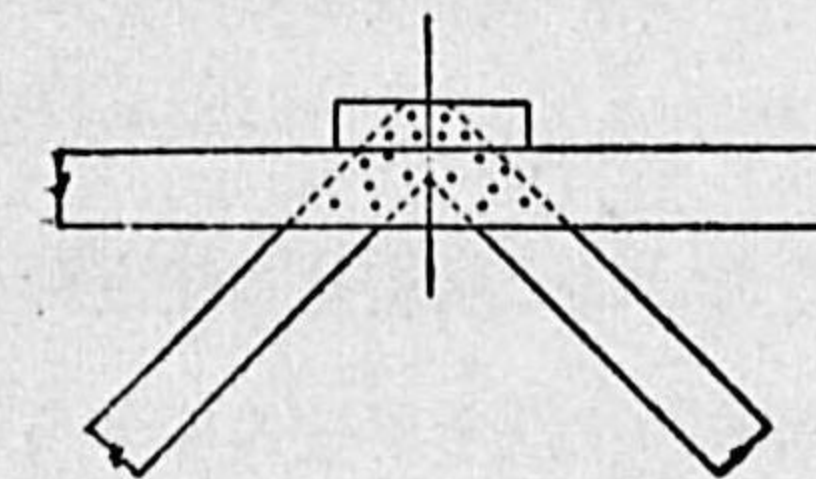
圖)は豫め材を彫り込む必要なく、ボルトを以て締め付ければ足るから前記の諸チュベルに見る如き施工上の困難がない。

「爪形チュベル」(第 16 圖)は有効にして而も前記チュベルに見るが如き施工上の困難が少い。但し齒の厚が薄いものは厚いものに比して著しく效力を減じ且つ耐久性にも乏しい。

「齒形滑節チュベル」(第 17 圖)は滑接點に使用して有効且つ簡單である。

上記の外にチュベルには種々のものがあるが、設計に當つては、試料に就き試験を行ひ、その結果に基づいて強度計算を行ふことが望ましい。

**針打接合** 釘を以て有効に材を結合し得る場合がある(第 5 圖)。

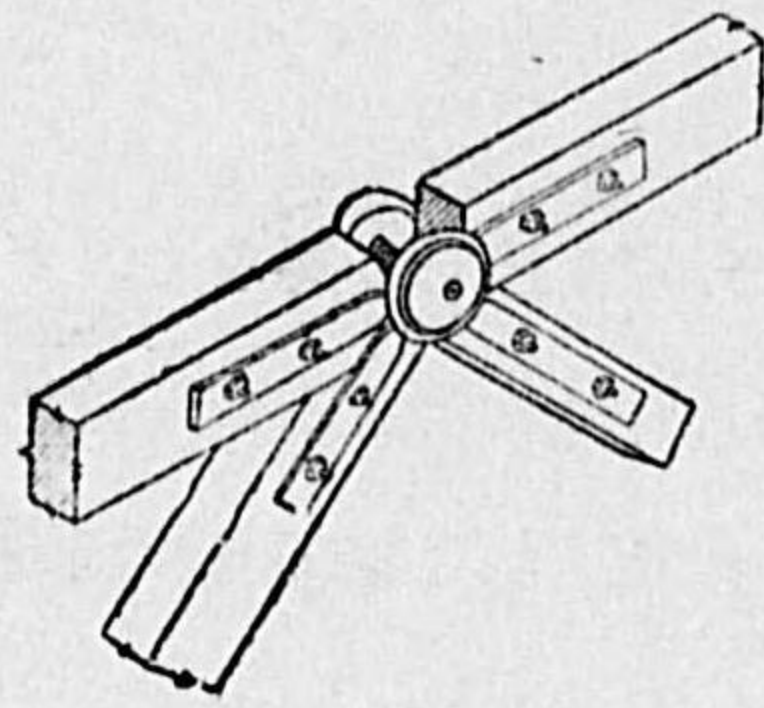


第 18 圖

長さは木厚の 2.5 倍以上たることを要する。尙木材の纖維方向に對する釘の配列や繋ぎ板の厚さに就ては割裂を避ける様に注意せねばならぬ。但し木材の薄い場合には釘頭にブリキ板の小片を座鐵として使用する

れば一層効果がある。釘は錆び易いから、湿気を受け易い所には使用せぬ方がよい。

**多岐滑節鐵物** トラスとして設計されたる木構造に於て、多數の材の集る節點を滑節に近き構造となる様に施工することは必ずしも簡單ではない。かゝる場合に對しては節點に多岐滑節用の特殊鐵物(第19圖)を使用



第19圖

することも一方法である。但し鐵物の形狀に就ては充分の工夫を要する。

**膠付接合** 耐水性膠着劑に依る接合は、膠着劑並に施工の優れたものに於ては單材と同一に認めて差支へない。然し一般には施工の良否の判定が困難であり、又その耐久性に就ても不安がある。

膠着劑にして柔軟性少きもの、或は老化によつてこれを失ひたるものに於ては膠着面が端部から始まつて逐次に破壊を來す虞れがある。故に大なる膠着面を必要とする如き應力に對しては、この種の接合方法は使用せぬ方がよい。

## 2. 組 立 材

**概説** 組立柱、組立梁等の如き組立材は特に大なる應力を受ける箇所に使用するに適する。即ち小材を組合せて構材を造る事によつて、断面二次モーメントを増大し大材を用ふる場合に比して材の重量を輕減するのみならず、材料費も低下する。

組立柱、組立梁その他一般に木構造による組立材は特に精密なる強度計算によつて設計せらるべきものである。殊に新考案の工法を用ひんとする場合にはその計算法は實驗により證明せられたるものでなくてはならぬ。

設計又は施工宜しきを得ない場合には所期の強度が得られないのみならず、却つて不測の結果を招致することさへもあるから注意を要する。殊に工作(デュベル、ラチス用斜材、膠付等)に緩み、減込み等變形ある時は組立材全部の撓みを増大し強度を著しく低下するに至るから設計及び施工を特別に入念にする必要がある。

各種木造組立材に關する計算上の注意を下に列擧する。

**壓縮材並に組立柱** 壓縮材の強度計算に採用すべき 挫屈長さ としては一般に中心線の長さを探り、方杖の如きものに在りては實長を以て挫屈長さとするればよい。但し材の途中に於て適當に支持せられたる材に於ては、挫屈長さを短縮してもよい。主要壓縮材の 細長比 は150を超過してはならない。又格子柱、トラス柱に於ては柱の細長比に應じて適當なる剪斷力を考慮する必要がある。

「ボルト締柱」(第20圖)

角材2本を抱合せて單に所々をボルト締とした材を柱として用ひた場合には、その挫屈並に曲げ強さは、角材1本の場合の丁度2倍と考へて差支へない。この場合ボルトは、剪斷力に對しては殆んど抵抗なきものと知らねばならぬ。

「格子柱」

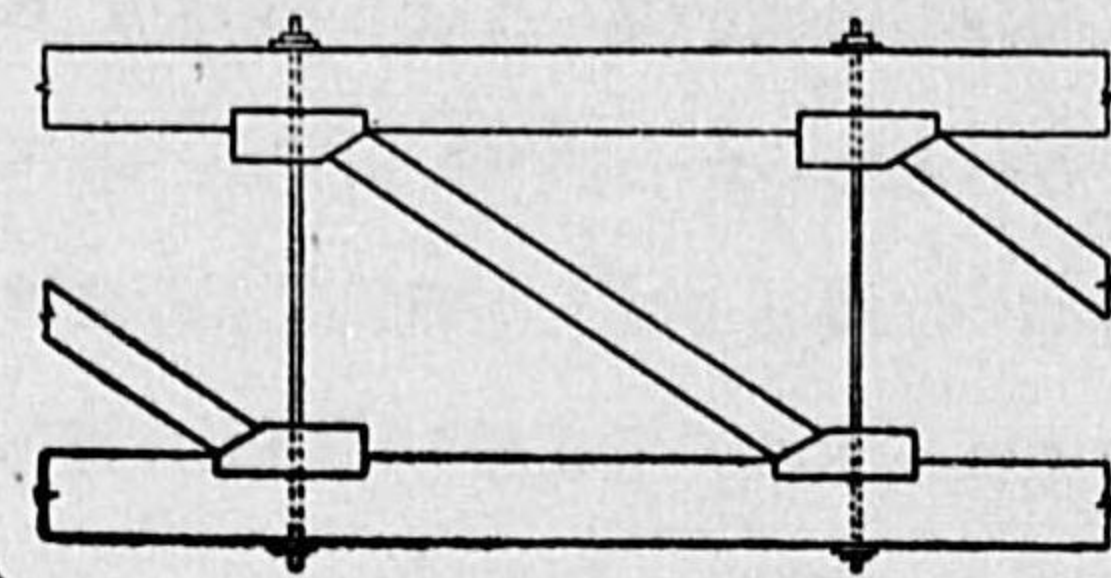
この種の柱に就ては次の トラス梁 格子梁 に關する 注意を参照するを要する。

**組立梁** 組立梁の内トラス梁(第21圖)、板打梁(第22圖)の類は梁丈の充分大なる場合に用ふるに適する。

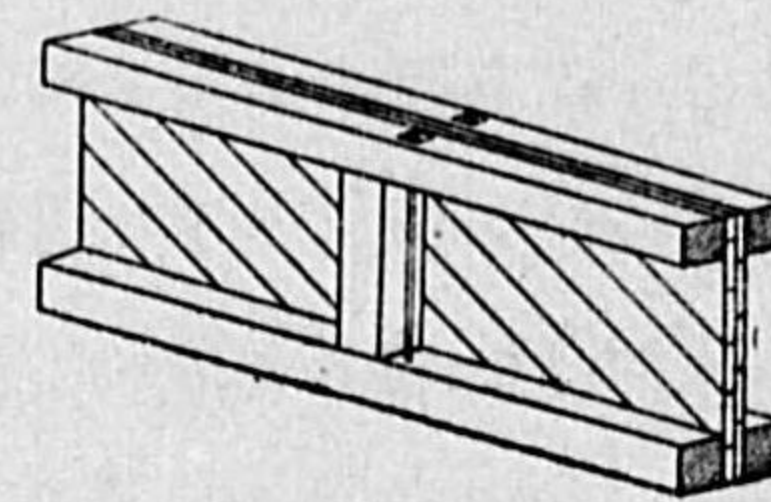
波釘打梁(第23圖)、デュベル梁(第24圖)、格子梁(第25圖)の



第20圖



第 21 圖



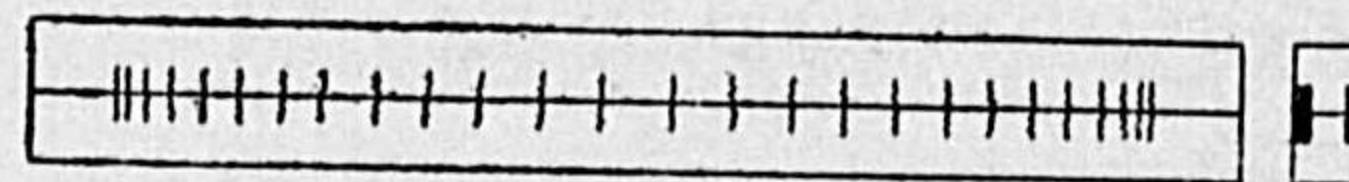
第 22 圖

類は梁断面の小なる場合には優れた工法であるが、大なる断面を要する場合には避けた方がよい。

板重ね梁（第 26 圖）の類は各個材の膨脹収縮の影響が大きい故乾濕甚だしい箇所に用ひることは好ましくない。

「トラス梁，格子梁」

この種の梁も設計，施工宜しきを得ない場合には，手間を要する割合に効果的でないことがあるから注意を要する。特に梁丈低き場合には各節點の構造（ピン又は固定）が理論と一致せざることに起因する二次應力の影響が比較的大となる爲め，これ等を考慮した特別の計算を要する。應壓斜材は末端が滑らぬ様に必ずフランジ材に突付けにする必要がある。又斜材は乾燥により収縮する虞れあるを以て，施工に當つては注意を要する。これが爲めには幾分起りを付け又は元應力を與へて置くのも一方法である。尙格子梁に於てはボルトの減込に對して考慮を拂はねばならぬ。



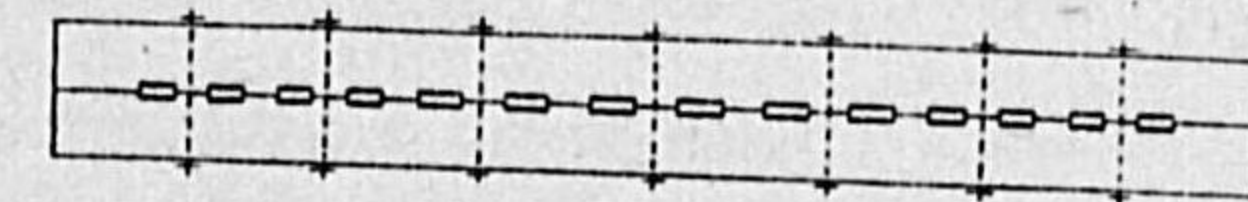
第 23 圖

「波釘打梁」（第 23 圖）

2 本以上の角材を波釘に依つて接合した小形の梁は，波釘の大きいさ，間

隔，施工等宜しきを得る時，單材によく似た性質を示し，施工も簡易であり，強度も角材を單にボルト締としたものより優つてゐる。

「デュベル梁」（第 24 圖）



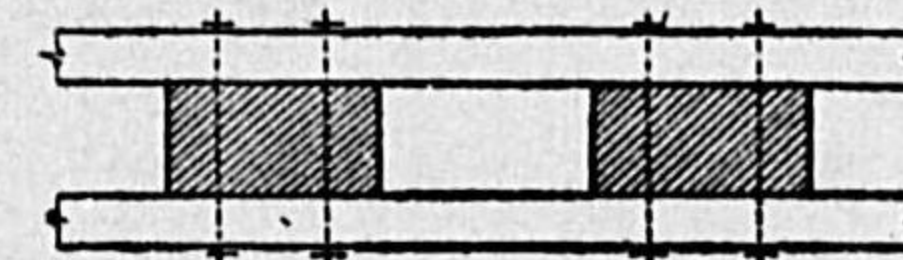
第 24 圖

この種のもは特に設計並に施工に注意を要する。デュベルは材断面を缺損するのみならず，この缺込によつて割裂を誘起し易い。デュベルを有効に利かせる爲めには，齒壓を可及的小ならしめ，且つ主材の断面を必要以上には成るべく缺込まぬ様にする必要がある。

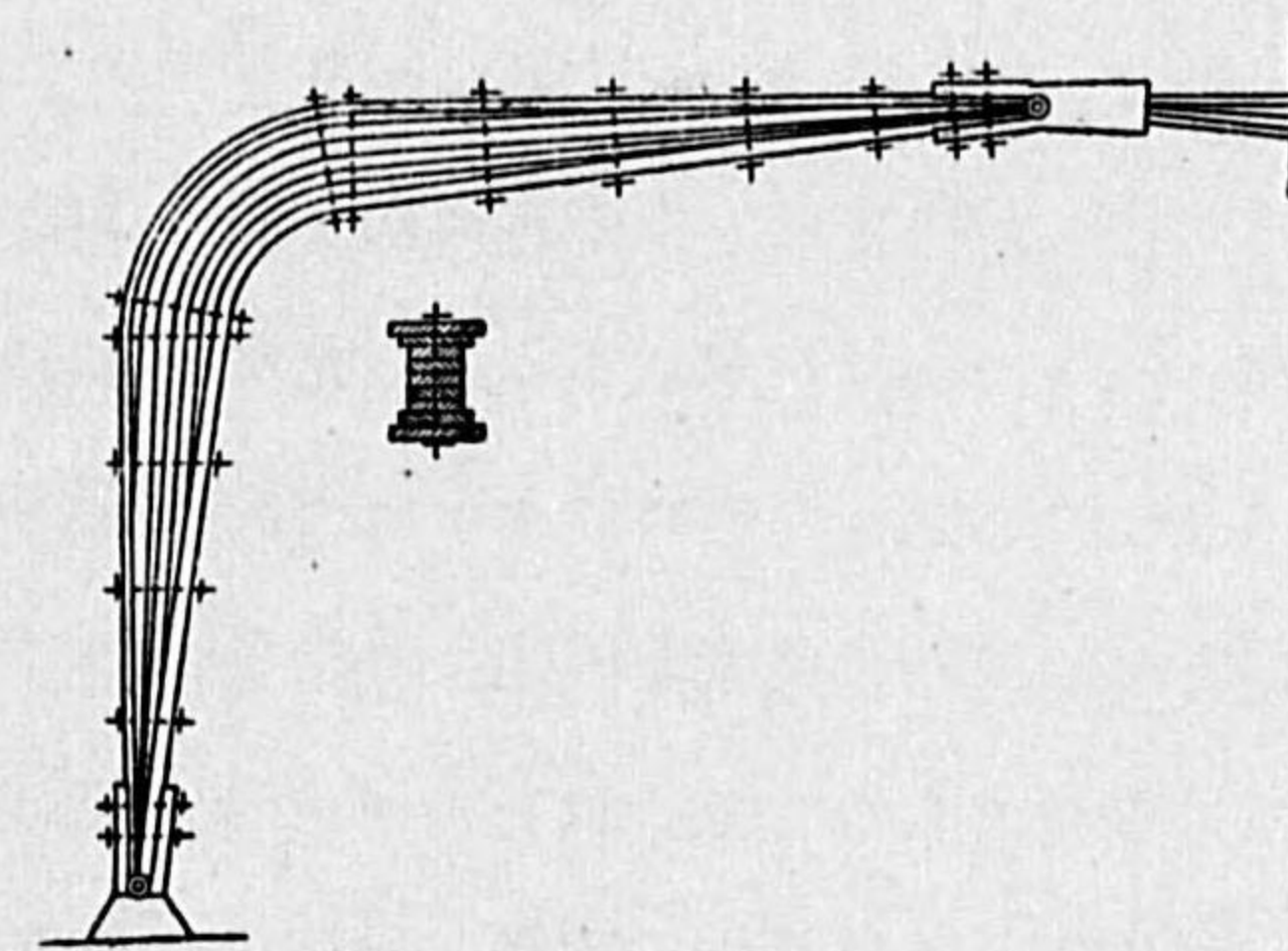
木製鯨は緩みなき様に必ず楔締とすべきである。鋼製デュベルを使用する際は獨樂形，齒形滑節形，爪附形の類の如く緩みなく締め得るものを選び輪形デュベル等の如く埋込むものは用ひぬ方がよい。

「板打梁」（第 22 圖）

鐵骨構造に於けるプレート梁の如く 45° 方向に表裏交叉して板材を打付けウェプとなし，上下のフランジ材へ釘打としたものは有効な手法であり，施工も簡易である。



第 25 圖



第 26 圖

但しウェブに一方のみに板を打付け、又は餘りに薄い板を使用することは釘割れ、挫屈等を生じ易いから避けねばならぬ。施工上の注意はラチス梁に準ずる。

「板重ね梁」(第 26 圖)

數層の板を束ねて梁又はアーチを構成することが出来る。但し各層間の剪断力に對して充分の考慮を拂はぬ時は、不結果を招く虞れがある。

### 3. 土 臺

**土臺の配置** 土臺は建物外周の柱下のみでなく、内部の柱下にもこれを用ひて建物全體に互り柱の脚部を連結することが必要である(市街地建築物法施行規則第 50 條参照)。かくすれば個々に獨立してゐては倒れ易い柱も、根元が全部一體的に固められる爲めに、建物全體が纏りの良い剛な構造となり、地震力に對する抵抗が著しく増大する利益がある。

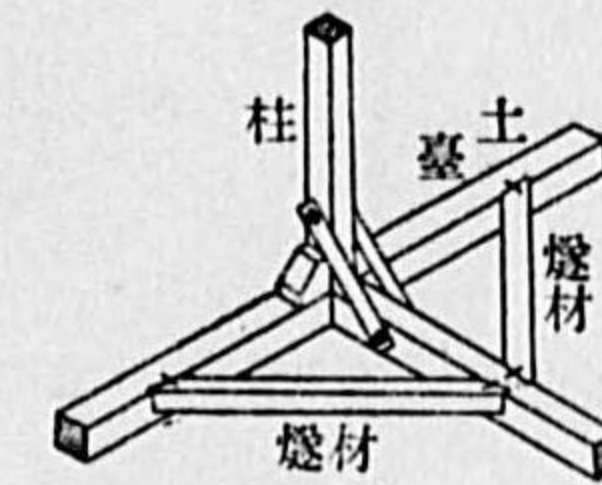
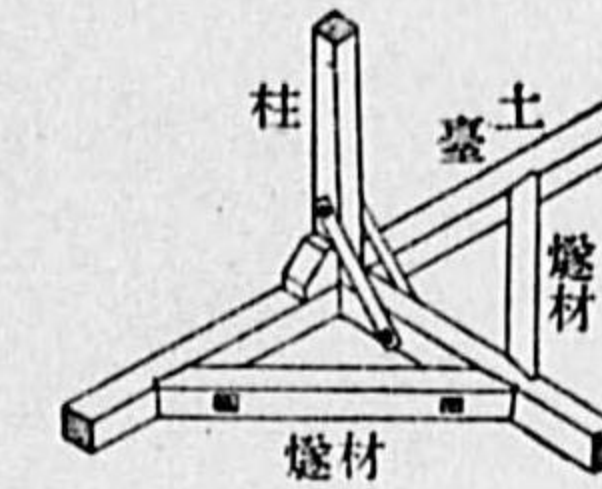
**土臺と腰積との緊結** 土臺は一般に腰積に堅固に緊結すべきである(市街地建築物法施行規則第 51 條参照)。但し基礎その他に特別の工夫を施し、地震の際に建物に移動を生ずるも危険なき様に造つた場合は、この限りではない。

**燧材**(第 27 圖) 土臺が鐵筋コンクリート造その他による堅固な腰積に嚴重に緊結されてゐる時には、燧材は無くても済むが然らざる限りは土臺の隅々に燧材を用ひることを忘れてはならぬ(市街地建築物法施行規則第 52 條参照)。燧材は水平面内に配置された方杖とも云ふべく、土臺の接合部に於ける角度を固定し、全體としての土臺の變形を防ぐ上に有效な役目を果すものである。

燧材の長さは建物の規模、形狀にもよるところで一概に云へぬが餘り短かいものは隅角を固定する効果が乏しい。普通の場合少くも 1m 位を必要

としよう。

燧材としては一般に土臺と同程度の断面を持つた材又は土臺二つ割程度の材を用ひることが望ましい。何れにしても燧材と土臺の仕口を堅固にして置く必要がある。燧材に大貫程度の薄い材を用ひ、兩端を釘付けにした程度のもは特に輕微な建物の場合の外は宜しくない。



第 27 圖

**脚固** 脚固は柱の下部を連結する點に於て土臺に類する作用があるが、尙又柱脚を幾分垂直に固定し、骨組を剛にする効果を有する。故に建物に土臺が用ひられてをらぬ場合には勿論であるが、土臺と床組との間に相當の距りがあるときは成るべく堅固な脚固を用ひることが望ましい(市街地建築物法施行規則第 50 條参照)。

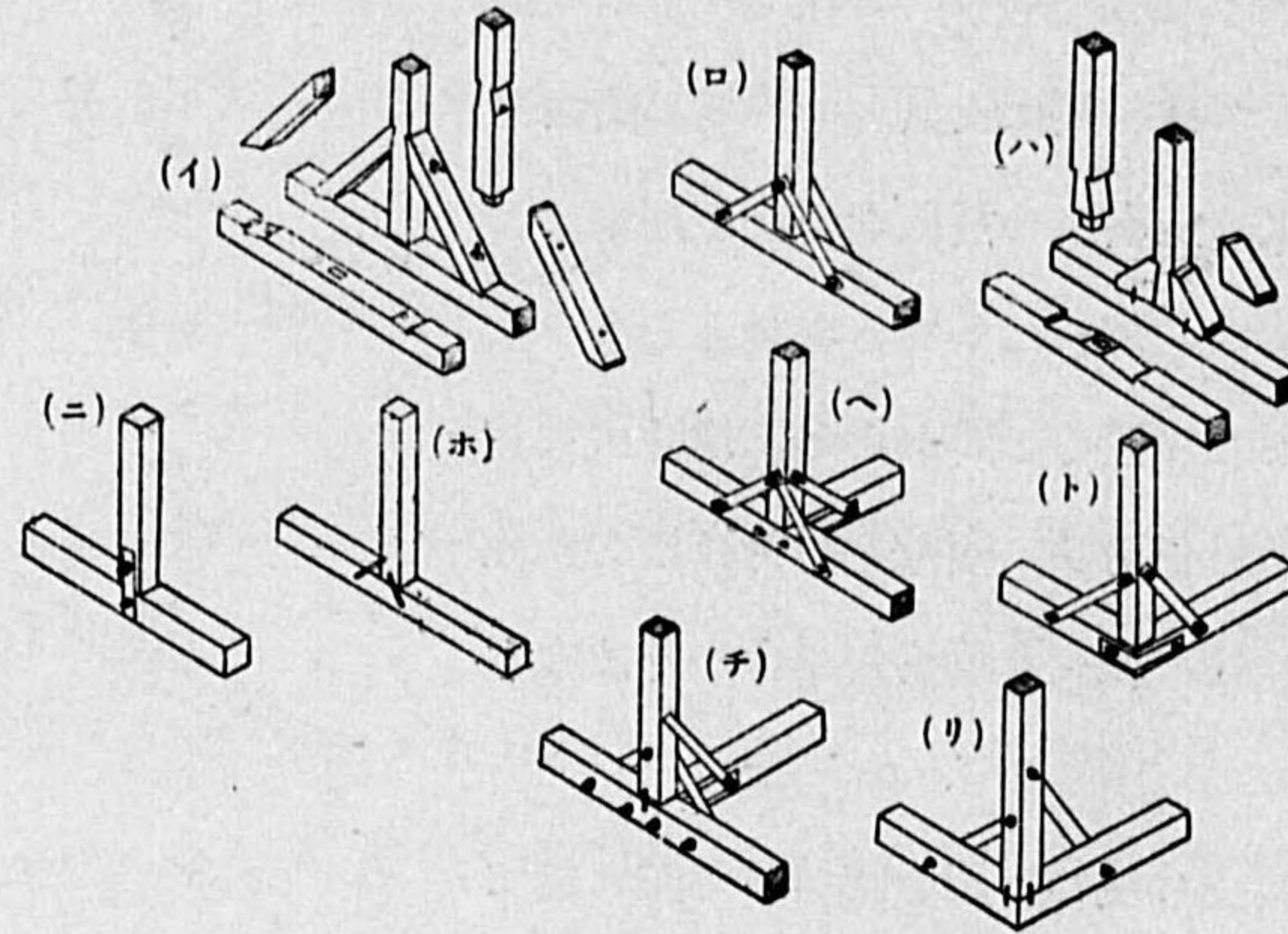
2 枚脚固を用ひる場合には、脚固は少くも柱の材断面の 1/3 以上ある厚材を用ひ、柱との仕口は柱を成るべく取り取らぬ様にしてボルトを以て締付くべきである。

### 4. 柱

**柱の配置** 柱は建物の内部に成るべく多く用ひ、且つこれを出來るだけ均等に配置する。これは建物の剛性を増し、且つ強さを各部一様にして地震力に耐へしむる上から重要である。

**土臺と仕口**(第 28 圖) 地震力を受けた際、柱と土臺との接合部に於て柱脚が土臺から拔出す虞れある箇所に對しては對引張補強として帶鐵、ボルト、錠の類を用ひて連結を堅固にする必要がある。

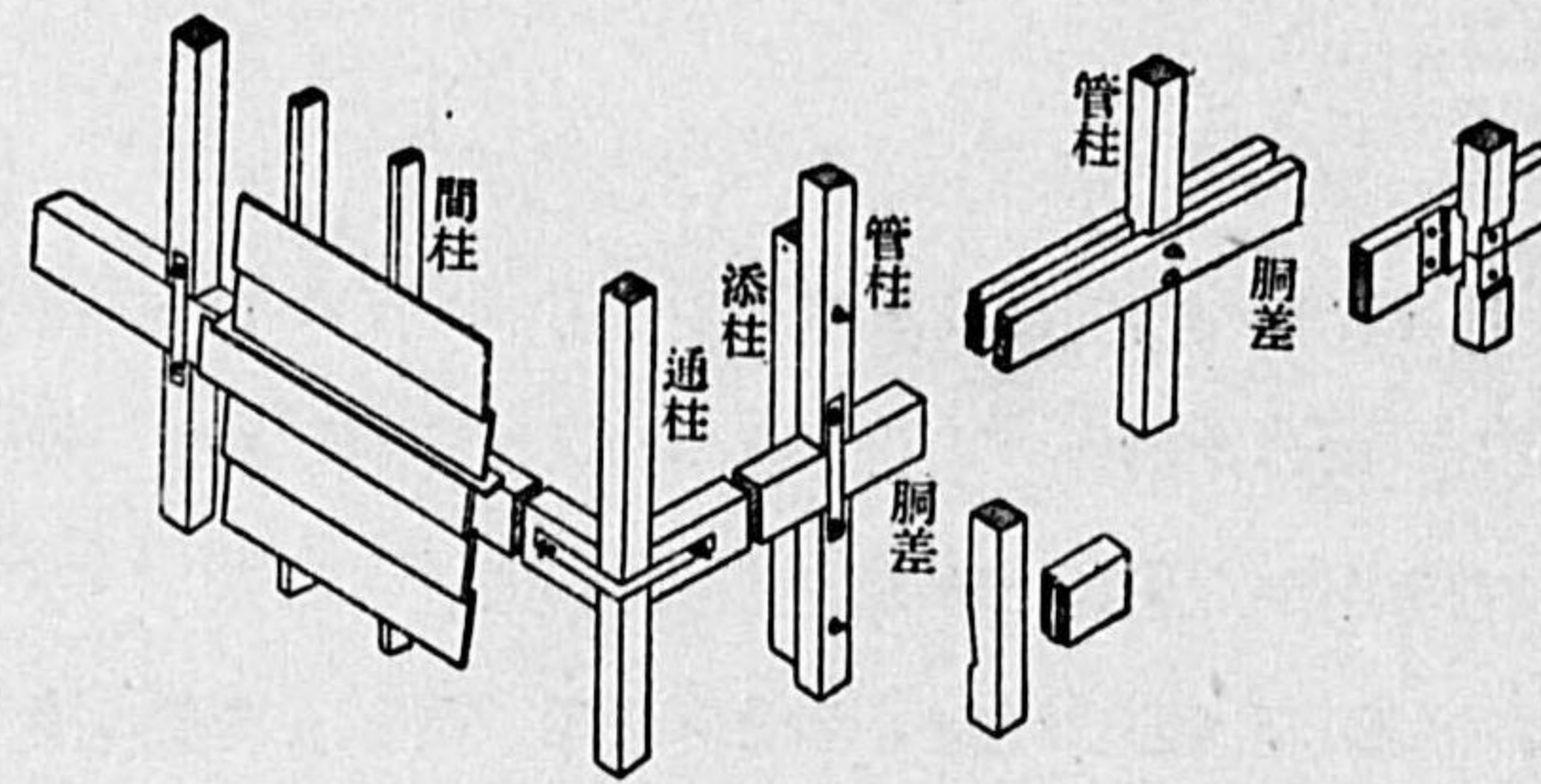
柱脚部に於ける角を固定する爲めの對モーメント補強としては方杖を用



第 28 圖

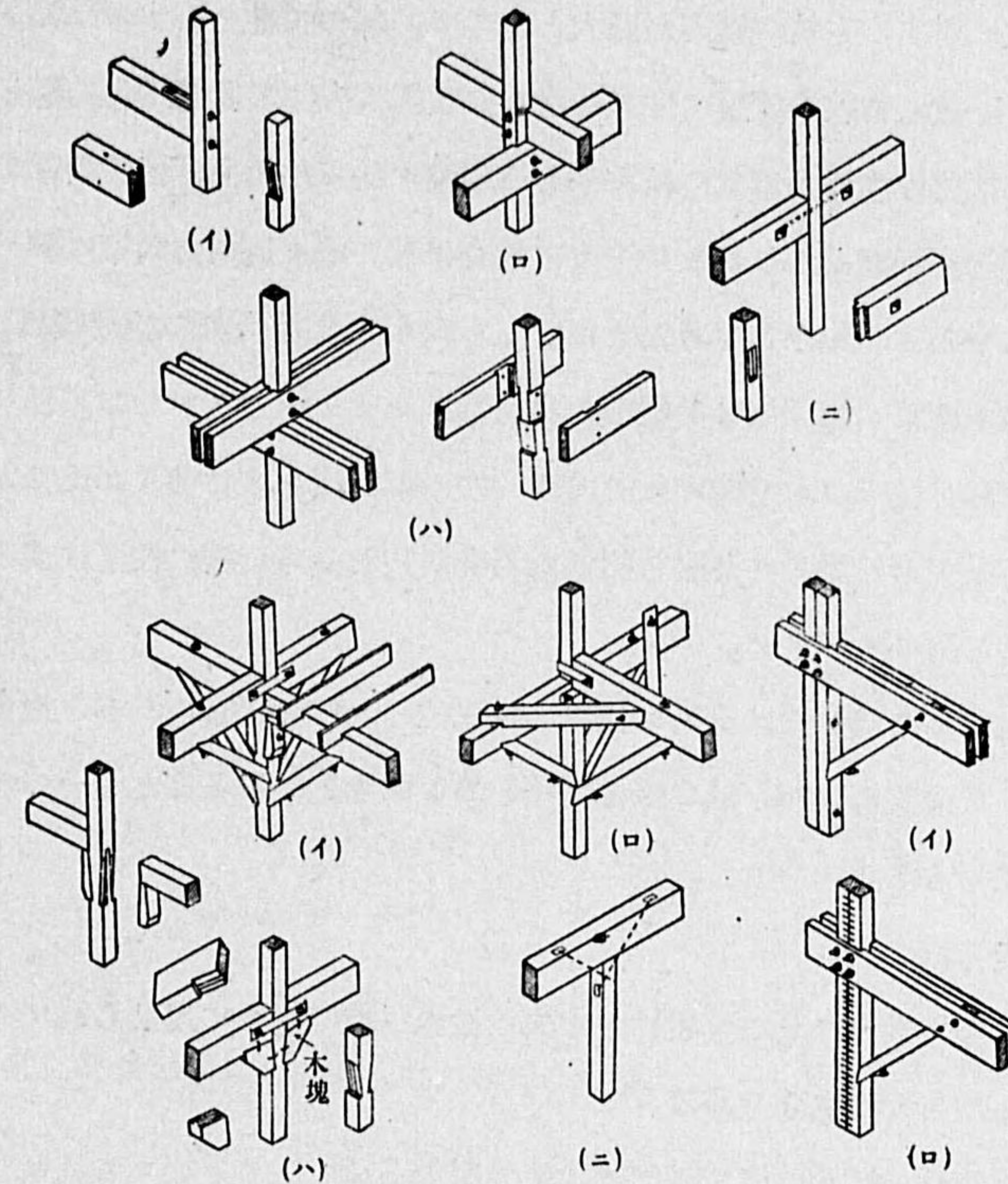
ひてボルト締とするのが最も望ましいが、接合部に堅固な木塊を當て錠止めとすることも有効である。

**通柱・管柱** (第 29 圖) 2 階建の場合には出来るだけ通柱を用ふる方がよい。管柱を用ひた箇所には、帯鐵、添柱の類を用ひ上下を充分に連結して置かなければならぬ。



第 29 圖

**横架材との仕口** (第 30 圖) 柱と横架材 (脚固、差鴨居、胴差、2 階梁、小屋梁桁の類) との接合を枘差のみに依ることは極めて危険である。



第 30 圖

地震に出遭つて枘が折れ、又は抜け、或はこの部分で柱が折れ、建物倒潰の原因となるを以てである。

接合部に於ては柱を甚だしく抜き取る手法を避け、ボルト、羽子板ボルト、錠、帯鐵等の鐵物を用ひて、これを堅く締付くべきである。仕口に堅固な木塊を當て錠止めとすることも一方法である。

更に餘地ある箇所には、方杖を用ひて三角形を構成する方がよい。但しこれは一般の建物に対する原則であつて、特別な規模構造の建物に

於ては柱に對する方杖の壓力が過大となつて、却つて柱を害するが如き場合がある。故に方杖の使用に就ては建物の實況に應じて考慮を必要とする。例へば規模大にして且つ構造柔なる建物に於て柱の曲げ抵抗のみではその地震力を到底支持し得ないやうな場合には、他に適當な對策（例へば控柱、水平筋違の如き）を考究せねばならぬ（柱、梁接合部の曲げ強さ、その他に就ては第2節「仕口、繼手」參照）。

**柱の材形** 從來の木造建物に於ては、柱の斷面積がその材長に比して著しく不足してゐた爲めに危険を招いた場合が甚だ多い。故に柱には成るべく太い材を用ひるがよい。

特に大なる荷重を受ける長い柱は 組立柱（例へば角材 2 本を抱合せてボルト又は波釘の類を以て締付けたものゝ如き）にすることも一つの有效な方法である。

### 5. 梁

**梁の材形** 梁その他の横架材の寸法は從來一般の建物に用ひられてゐる程度のもので大體充分である。

**柱との仕口** 梁その他の横架材に就て耐震上最も注意を要する箇所は、柱との接合部の構造である。この點に就ては前記 柱 參照。

**燧材** 梁と桁との交叉點その他主要なる横架材相互間の接合部には必ず燧材を用ひて連結を堅固ならしむることを忘れてはならぬ。これは建物上層の水平面上の歪を少くするのに効果がある。

### 6. 筋 違

**筋違の効果** 筋違は木造建物の骨組を強剛にしてその耐震性を増大せしむる上に於て缺くことの出來ぬ重要な材である。故に壁體には必ず筋違を用ひてその骨組に三角形を構成せねばならぬ（市街地建築物法施行規則第

55 條參照）。

**筋違に生ずる應力** 筋違を有効に使用せんが爲めには、先づ地震時に於て筋違に生ずる應力に就き下記の事項を知つて置く必要がある。

建物が地震力によつて水平交番荷重を受くる場合、筋違には壓縮應力と引張應力とが交互に生ずる。

筋違は成るべく緩勾配に配置した方が筋違も骨組の柱も共に抵抗が大きくなつて有利である。

即ち下式の關係がある（第 31 圖）。

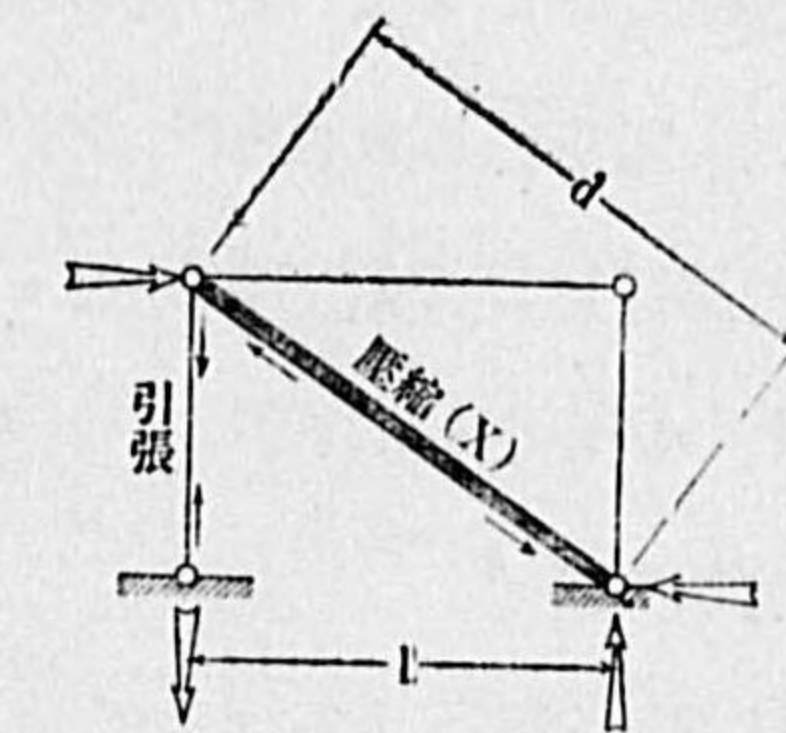
$$X = P \frac{d}{l}$$

茲に  $X =$  筋違の材應力

$P =$  その骨組の負擔する水平力

$l =$  柱間（スパン）

$d =$  筋違の材長



第 31 圖

鉛直荷重の影響を除き、單に地震の水平力 のみに就て見れば、筋違の方が柱よりも常に大なる應力を受ける。

筋違は仕口その他が完全であれば「櫻がけ」の方が「片筋違」に比して約 2 倍の効果がある。

尙鐵棒筋違は引張材としてのみ有效である。木材筋違は主として壓縮材としての効果を期すべく、若し引張材としての効果を擧げるには、その仕口がこれに伴はなければならない。

**筋違の配置** 筋違は、所謂耐震壁の如き主要なる骨組のみならず建物の各部分に互つて數多く配置し、骨組に出来る限り多數の三角形を構成することが望ましい。



特に平面が一文字形を成す細長い建物に対しては撓みを防ぐ爲めに、壁體の如き鉛直の面内だけに止めず、出来得れば水平の面内に在る2階梁や小屋梁の間にも筋違の役目を果すべき斜材を加へて水平骨組にも三角形を構成することが必要である。

筋違は建物の上下、前後、左右に対して成るべく對稱形となる様に配置し、且つ建物の強さが各階、各部分、各方向を通じ成るべく一樣となる様に工夫することが望ましい。

筋違は既述の如く成るべく緩勾配になる方が力學的には有利であるが、構造の實際から云へば柱間が重要事として定められた後に、矩形骨組の對角線に近い位置に配置した方がよい。

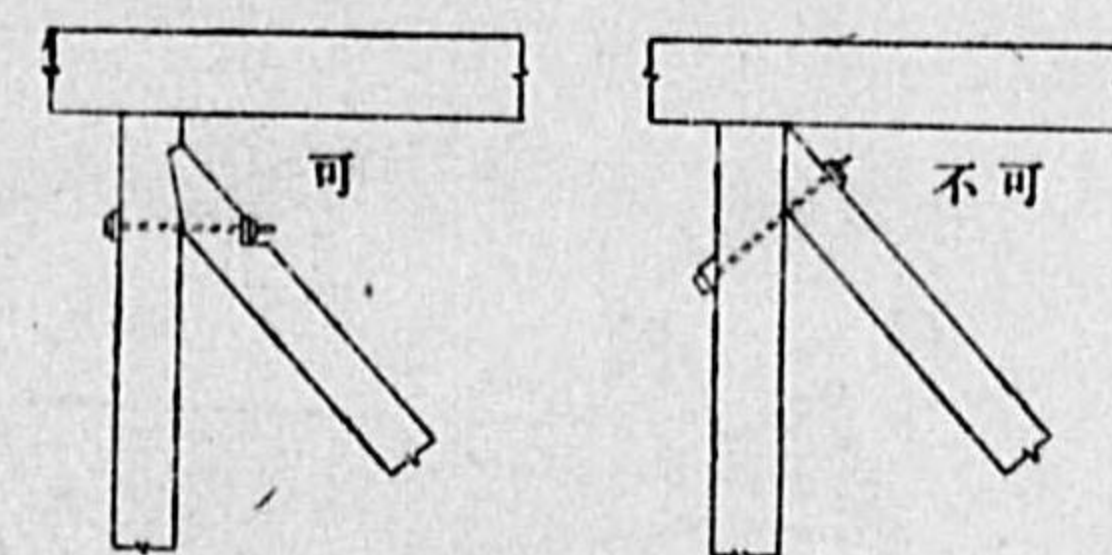
尙筋違には少數の細い材を數個の骨組に互り長く通して用ひるよりも、1個の矩形骨組に対して1本（櫓がけの場合には2本）の割合で用ひた方が有効である。

**筋違の材形** 筋違の寸法に就ては、特に鐵棒筋違の類を除き、一般には材長に比して材斷面の著しく薄きもの又は細きものを避け、成るべく柱と同程度か、若しくは少くとも柱二つ割程度の材を用ひることが望ましい。

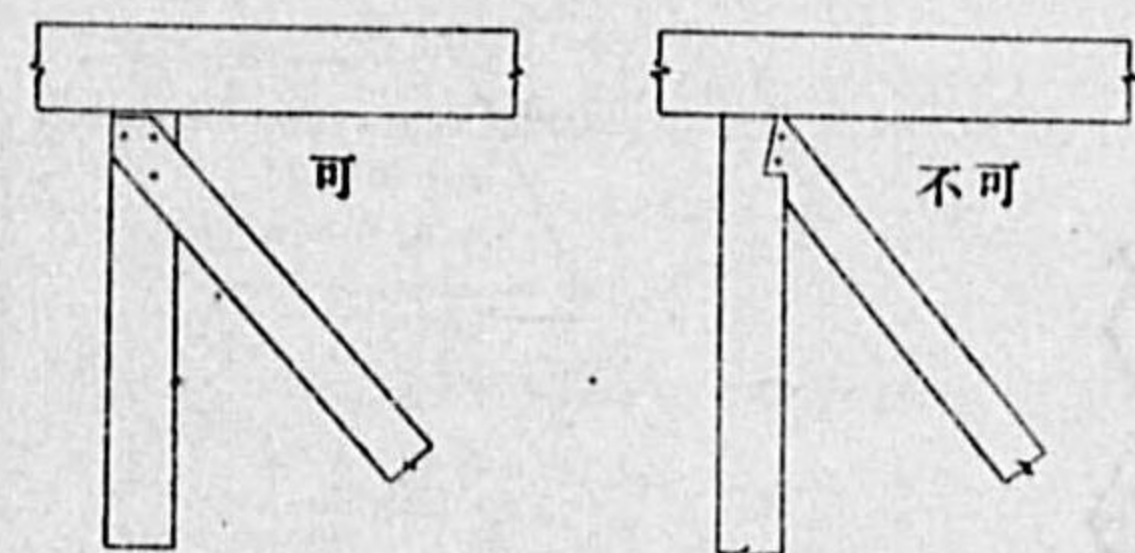
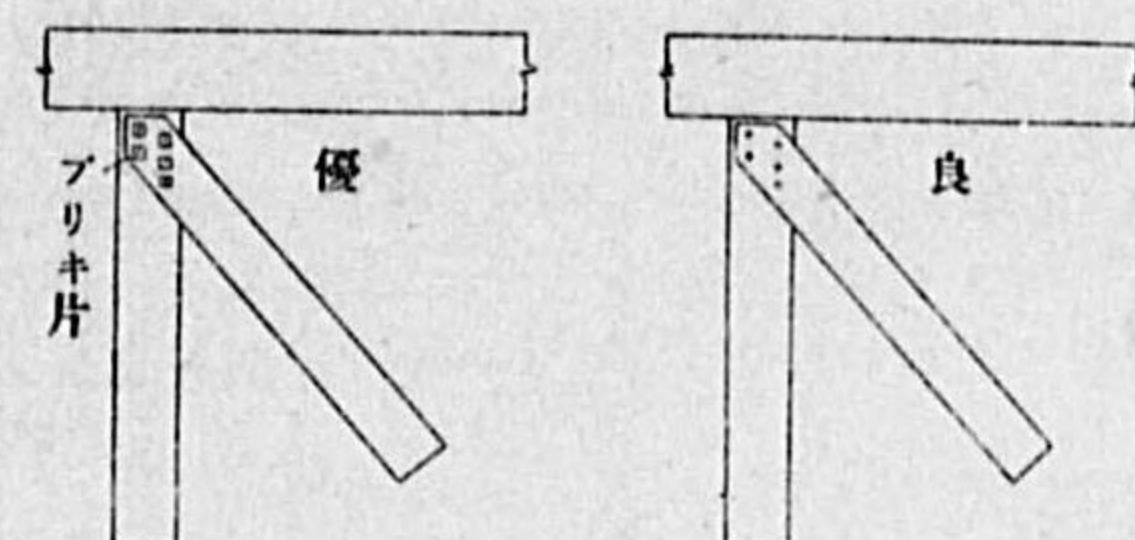
柱二つ割程度の場合には薄い方を見付に置く方が挫屈に對してよい。又柱と同材を櫓がけとする場合には筋違の交點を合決りとせず、片方の筋違を通して他方を突付とする方がよい。

筋違が間柱又は貫の類と交叉する場合には、間柱又は貫の類を缺き取ることも、筋違の方は途中で於て缺き取らぬ様にせねばならぬ。これは地震の際に、この缺き取つた箇所筋違が折れ易いからである。

**筋違の仕口** 筋違の両端は、柱又は梁の類の途中に取付けることを避け成るべく兩者の交點に近い箇所に取付ける方がよい。



第 32 圖



第 33 圖

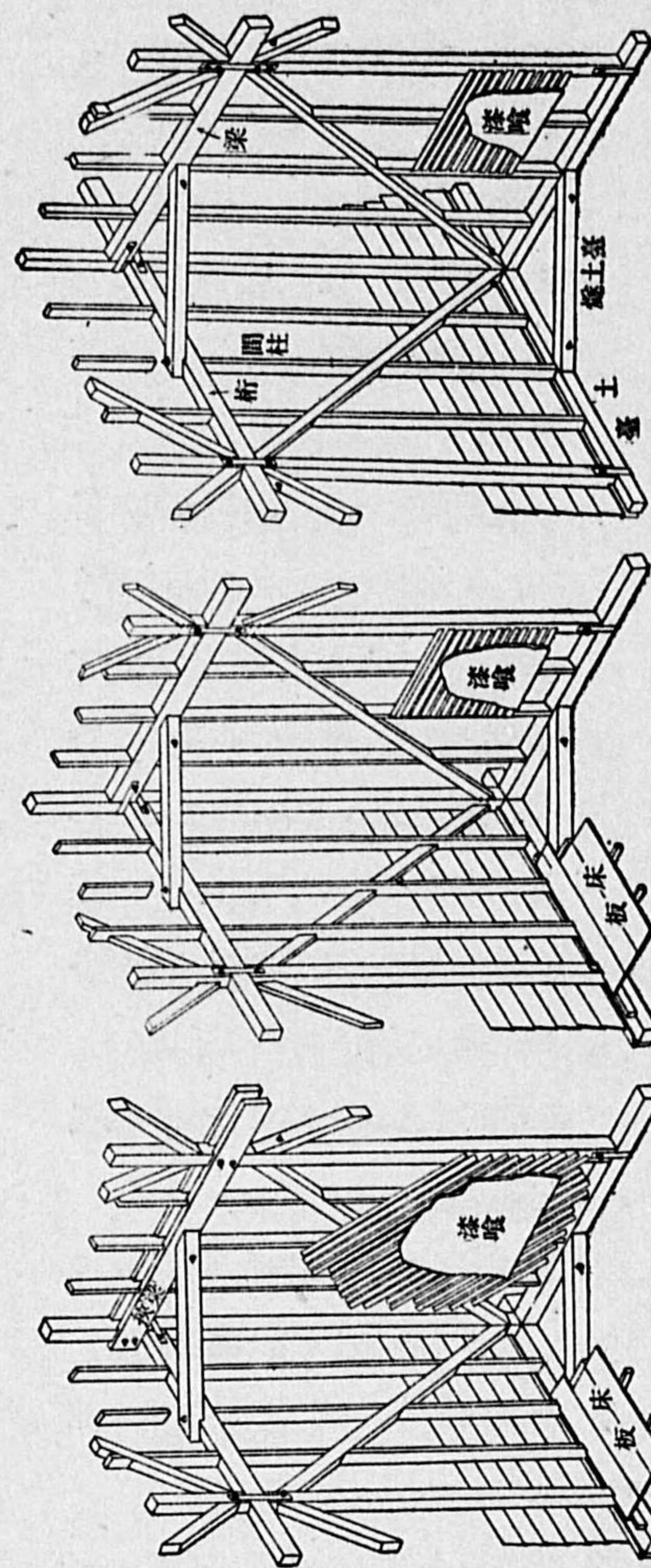
柱二つ割程度以上の厚い材を筋違に用ひたる場合の仕口は、ボルト締にすべきである。この際ボルトは筋違の方向に直角に通すよりも、柱に直角に通した方が引張に對して強くなる（第32圖）。

大貫程度の薄い材を筋違に用ひた場合の仕口には、成るべく多數（少くとも3本以上）の大釘を、筋違が割裂せぬ様に、特に配置に注意して打つことが必要である（第33圖）。この際釘頭に座鐵（ブリキ板の類を小さく切つて當てがつてもよい）を使用することは仕口の引張強

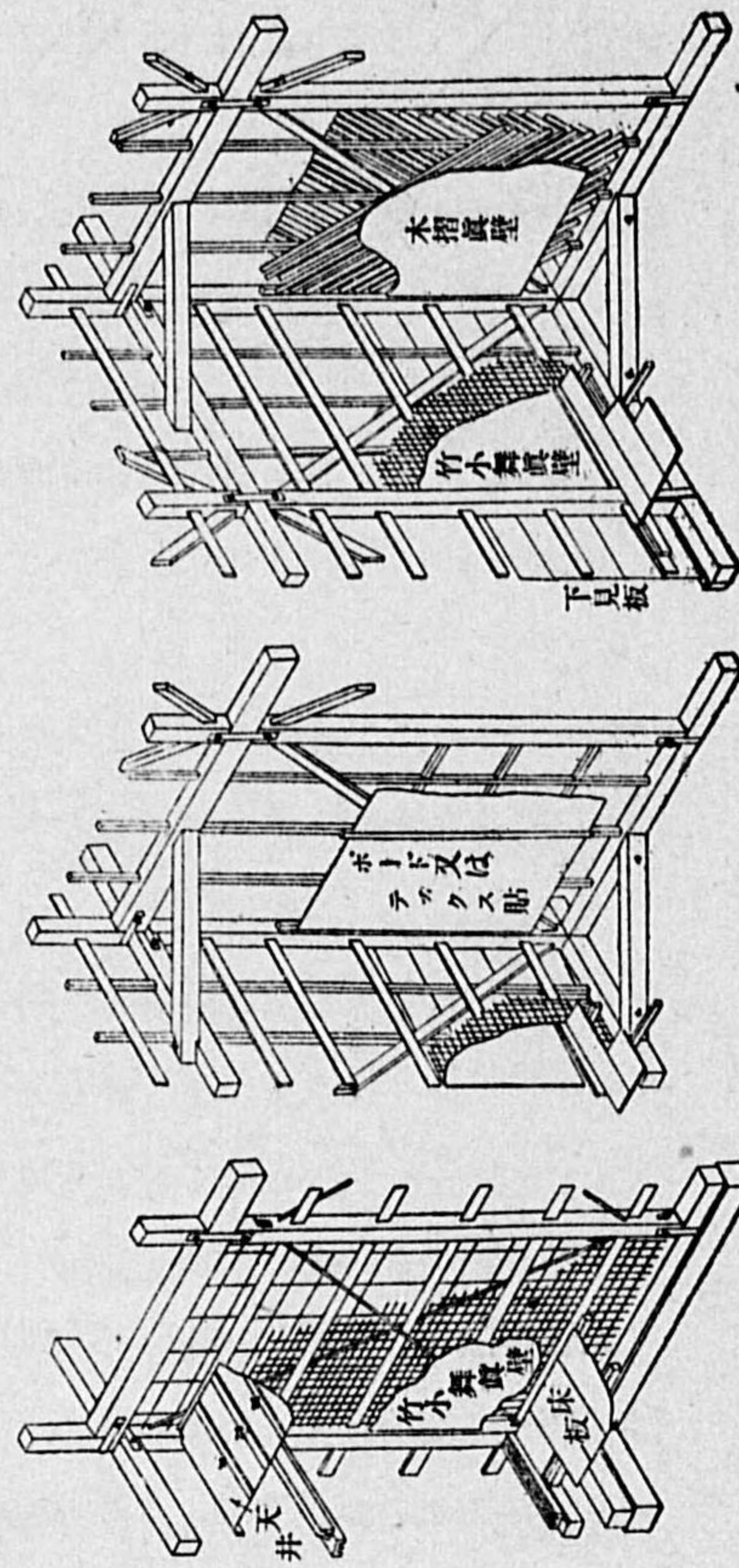
さを高める上に極めて有効である。

**大壁の筋違**（第34圖）大壁に入れる筋違としては、外壁の場合にも間仕切壁の場合にも、柱と同程度か、若しくは少くも柱二つ割程度の厚い材を用ひることが出来る。この場合兩端の仕口はボルト締とし、筋違と間柱とが出合ふ箇所では、決して筋違を缺き取つてはならない。

大壁に大貫程度の薄い材を筋違として用ひる場合には、成るべく壁の兩面に對して櫓がけに配置し、筋違の兩端及び筋違が間柱と出合ふ箇所は嚴重に釘付にする。



第 34 圖



第 35 圖

**眞壁の筋違** (第 35 圖) 眞壁に入れる筋違も、外觀を厭はぬ箇所(例へば押入の内部の如き)ならば、柱と同程度の材を用ひることも出来るのである。

筋違を壁の表面に露はしたくない場合にも、少くも柱二つ割程度の厚い材を用ひ、その両端はボルト締とすべきである。

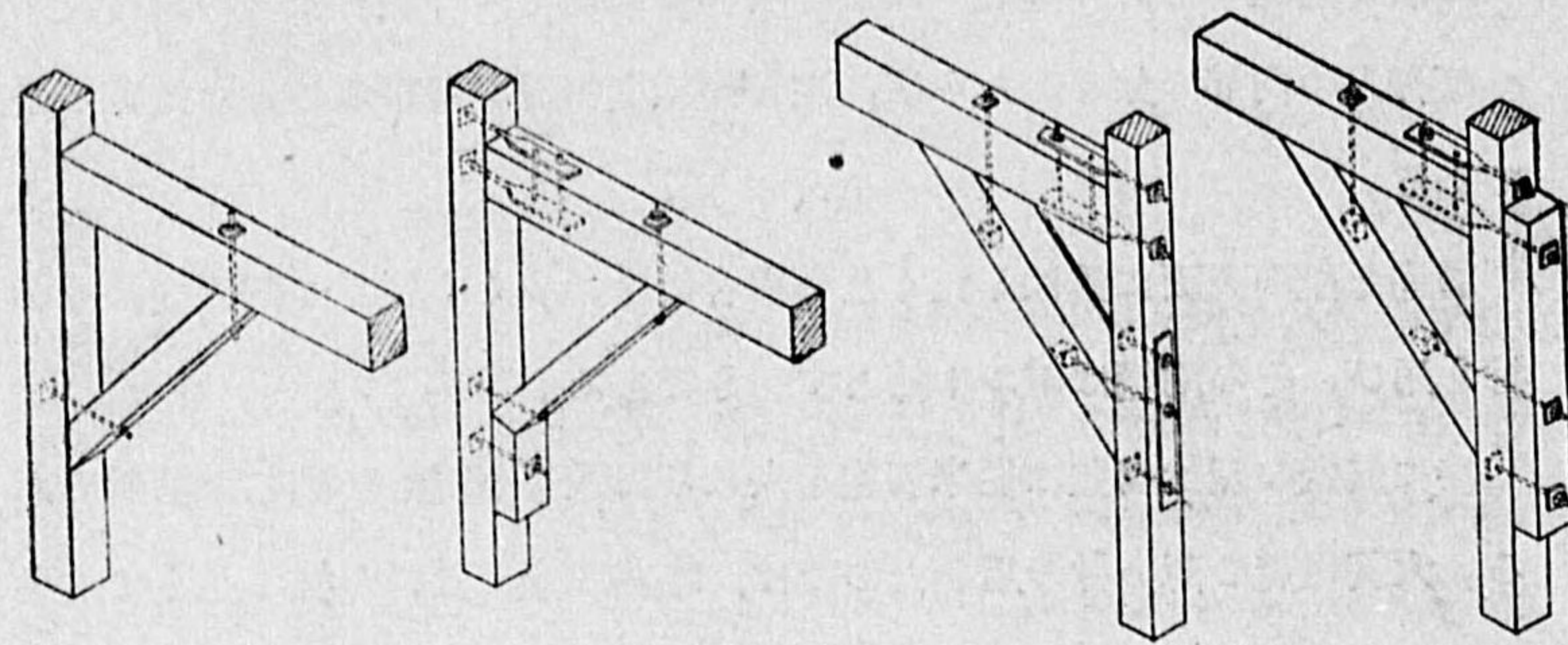
特に眞壁の間仕切壁は従来筋違を入れるに最も困難を感じた箇所である。大貫程度の薄い材を用ひたのでは、地震の際には材が撓み易くて効果が少い。この場合に眞壁の外觀を保ち乍ら、而も有効な筋違を得ようとするには、柱二つの割程度の厚材を筋違に用ひ、その上から大壁の場合の如く木摺壁とする方法が最も適切で而も最も効果的である。この際木摺を斜方向に打てば多数の小筋違の役目を果し、壁體の強さ並に剛さを増す上一層効果がある。尙この木摺斜打ちは一般の大壁の場合にも推奨し得る手法である。更に仕上を土壁又は漆喰壁とする代りにボート類又はテックス類を張る方法もよい。鐵棒筋違を襷がけに用ひる方法も推奨してよい。

眞壁には大貫程度の薄い材を筋違として用ひ得るのは外壁の場合に限る。この場合には、數枚の筋違を用ひその両端及び筋違が間柱と出合ふ箇所は「筋違の仕口」に述べた所により嚴重に釘付にせねばならぬ。

**筋違を用ひた場合の注意** 筋違はその周圍の骨組と一體を爲して作用した場合に始めて効果を發揮するものであるから、筋違を用ひた場合には、その取付箇所のみならず、筋違の影響の及ぶ範囲内に在る各仕口に對しての作用を考慮し構造に注意することを忘れてはならぬ。

## 7. 方 杖

**方杖の効果** 方杖は柱梁の接合部を剛にして骨組に水平耐力を與へる働をするものであるから、筋違を用ひ得ない場合には、これを使用すべきで



第 36 圖

ある（市街地建築物法施行規則第 55 條参照）。但し方杖は柱の曲げ抵抗を發揮せしむることを目的とするものであるから、方杖を使用する際には柱が曲げ破壊を來さぬ程度に充分強剛なものであることを必要とする。

**方杖の仕口**（第 36 圖）方杖の取付箇所には於ける欠込みは成るべく少くすることが必要である。これは地震の際、特にこの部分が柱の最大曲げモーメントの位置に當るを以てである。同じ理由により、柱と鴨居の接合部等の如く、柱断面の弱められてゐる箇所若しくはその附近には方杖の仕口を設けぬ様に注意せねばならぬ。

方杖より加へらるゝ應力の爲めに柱を損ずる虞れある箇所は添柱、鐵物等を用ひて豫め充分に補強して置くことが有効である。

方杖の兩端の仕口は、必ずボルト締とし、釘付の類は避けねばならぬ。

ボルトは柱と横架材と方杖とで作られる三角形の面内に於て柱又は梁に對して直角の方向に通すがよい。

挟方杖を柱にボルト締とする時は方杖の末端並に柱に割裂を生ぜしめる作用あることを慮らねばならぬ。

## 8. 控 柱

**控柱の効果** 控柱は筋違と異り、建物の外部に突出して設けねばならぬ關係上、外觀の點からその使用を厭ふ向もある様であるが、地震力によつて水平の方向に起り易い建物の撓みを防ぐ爲めに、極めて簡単にして最も有効な方法であるから、次の如き場合には控柱を使用することが望ましい。

- i) 學校建築その他一般に長大なる木造建物を補強する場合
- ii) 講堂、集會場の類で間切壁少く、筋違の使用困難な場合
- iii) 筋違、方杖等の效力不充分と認めらるゝ場合

尙地震力によつて控柱に生ずる應力に就ては既述の筋違の場合と略同様に考へられる。

**控柱の配置** 控柱は一般に建物の外部兩側に對稱形に設ける必要がある。

控柱は建物の外部に成るべく一樣の間隔に配置した上で、特に大きな撓みの豫想される部分に對しては、その數を増して置くことが望ましい。

2 階建の場合には、控柱は1階の部分のみに止めず2階の部分にまで及ぶ様にすべきである。

控柱は腐朽を防ぐ爲めに成るべく露出を避け控壁式の構造にして置く方がよい。

**控柱の構造**（第 37 圖）控柱はトラスに組んだ方が有効である。控柱上端の仕口は、成るべく柱と梁又は方杖の類との接合部と一致する様にし柱の途中には取付けぬ方がよい。止むを得ず柱の途中に取付ける場合にはその箇所外部から添柱を當てゝ置くことが望ましい。

控柱と建物の骨組との仕口は必ずボルト締とすべきである。

控柱下端の仕口並に基礎に就ては、控柱が大きな壓縮力や引張力を受け

た場合に柱脚や基礎が地中に踏み込んだり、抜け出したり、又は持上つたりせぬ様に、又水平方向に移動が起らぬ様に、その構造に對して十分に注意する必要がある。

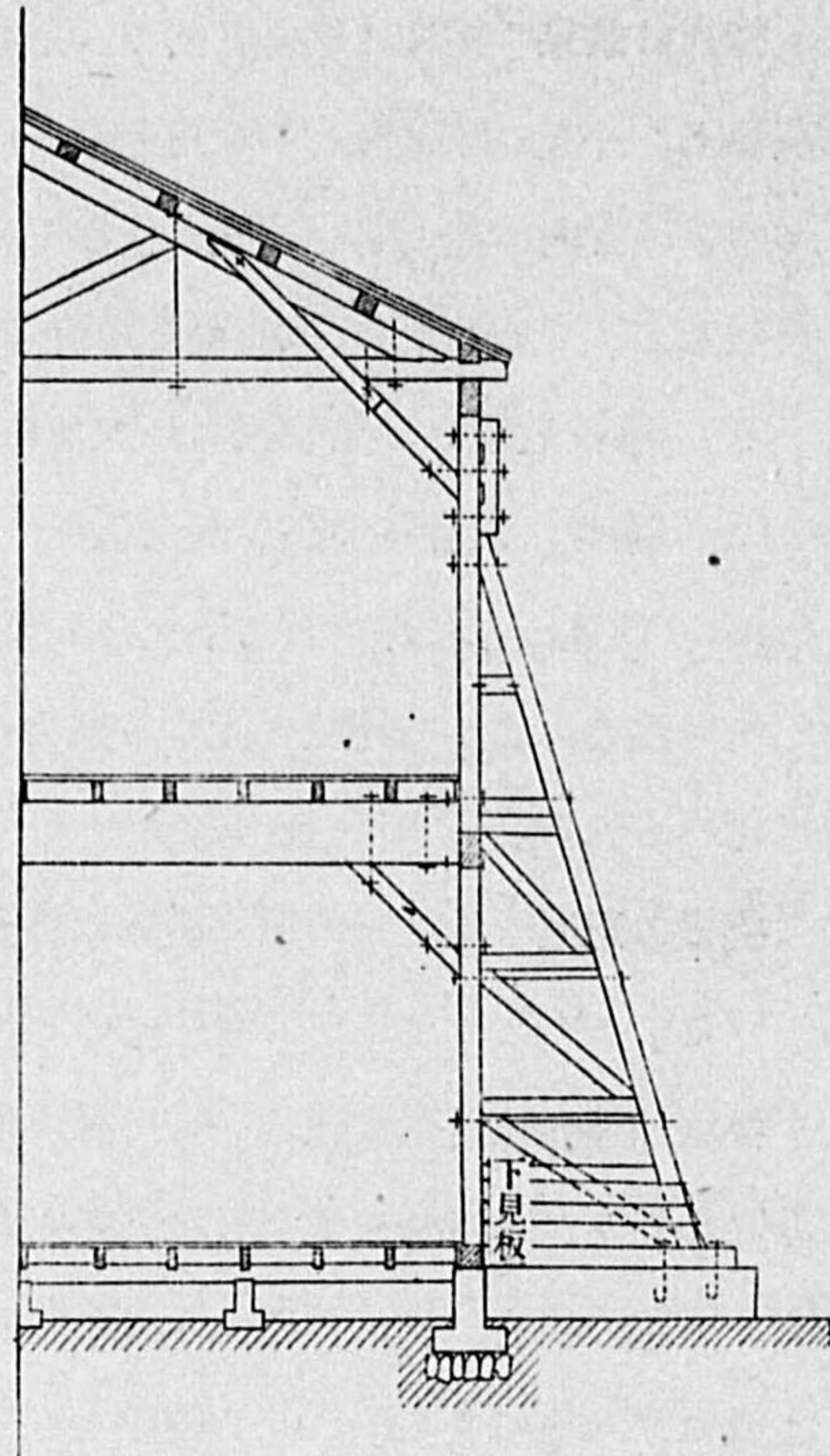
9. 壁 體

**壁體の効果** 壁體は、その構造が剛であれば建物の骨組の變形を妨げ、地震力に對する抵抗を大ならしむる上に於て極めて有効な働をする。故に先づその配置に就て十分に考慮を拂はねばならぬ(第1節2「計畫一般」中の「壁體の配置」参照)。

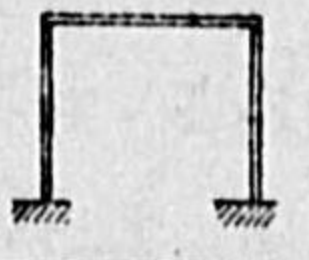
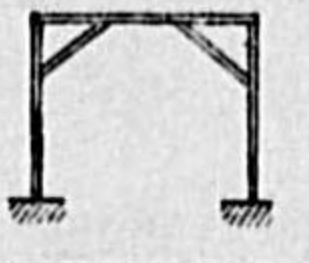
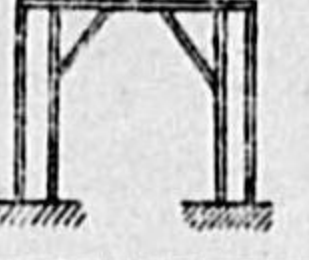
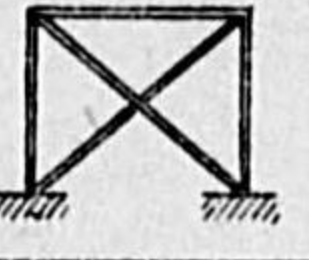
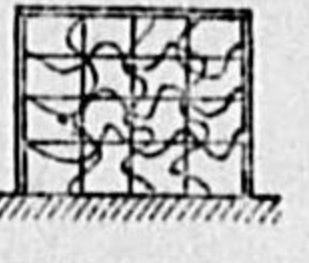
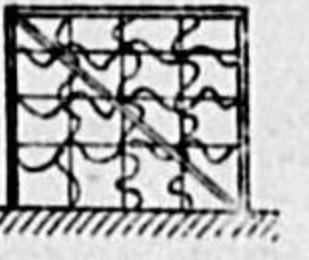
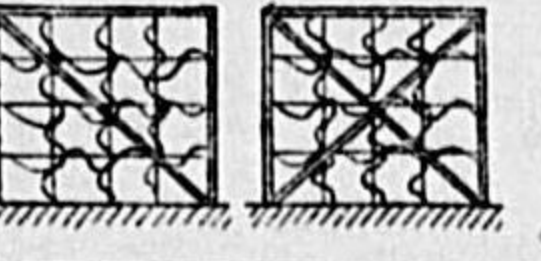
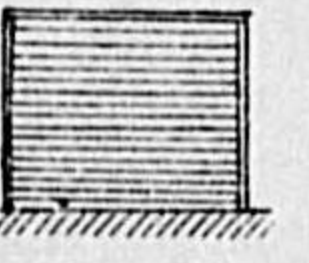
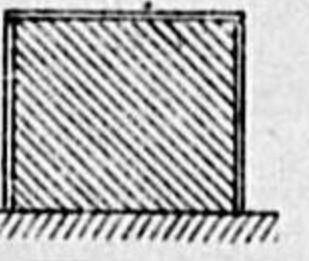
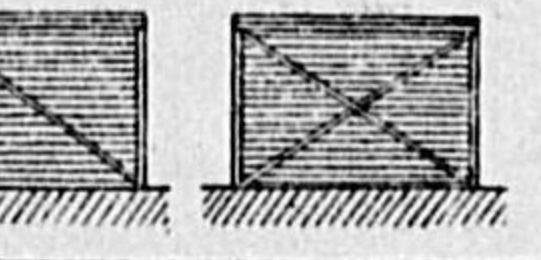
**壁體の構造** 主要なる壁體には必ず筋違を用ひて骨組に三角形を構成すべきである。

**眞壁と大壁との得失** 一般に大壁の方が眞壁よりも筋違が用ひ易く、耐震的效果は大である。

眞壁と大壁との水平力に對する抵抗を比較するに筋違なき場合には、壁下地の作り方に依つて抵抗が異なるが、本質的には大差はない。然し眞壁に於ては筋違を使用するのに困難を感じる場合が少くないが、大壁に於ては簡単に、而も斷面の大なるものが使用し得られる。従つて筋違を用ひて適



第 37 圖

木 構 造 骨 組 の 種 類			剛さの比	強さの比
1	無	柱、梁接合部柄差又はボルト締の類 	0	0.5
2		方杖附骨組の類 	1	1
3		同上(合せ柱使用) 	5	2.5
4		筋違附骨組の類 (柱ニツ割程度の筋違) 	15	4.5
5	眞	筋違なき骨組 (大貫四枚使用) 	5	1.5
6		大貫筋違の場合 	15	3
7		柱ニツ割或は鐵棒筋違の場合 	20	4.5
8	大	筋違なき骨組 (水平木摺打) 	5	1.5
9		筋違なき骨組 (斜木摺打) 	15	3.5
10		筋違附骨組の類 (柱ニツ割以上の筋違) 	30	10

當に補強するならば、大壁の強さは、筋違に依つて最大限に補強された眞壁のそれよりも遙かに（約 2.5 倍も）大ならしめることが出来る。

**各種壁體の剛さ及び強さ** 無壁及び有壁（眞壁又は大壁付）骨組の水平力に對する剛さ（同一撓みを起すに要する水平力）並に強さは大體前頁に掲げた表の如きものと考へられる。

尙この表の値は一般住宅程度の骨組を對象としたものであるが骨組の剛さの程度は骨組の形状並に寸法が多少異つてもこれと大差なきものと考へてよい。

骨組の強さの程度は筋違、方杖の如き斜材の形状並に寸法によつて多少の差がある。

**土藏造** 土藏造は地震の際、倒潰する虞れはないが、移動を來す場合が少なく、特に塗壁に龜裂、剝落を生じ易い。従つて震後の火災に對しては、塗壁のみに信賴することは危険である。

**木骨煉瓦造、木骨石造** 木骨煉瓦造、木骨石造の類は甚だ危険であるから避けた方がよい。この種の構造のものは、地震の際に表面の煉瓦や石材を振落し、或は木骨間に詰めた煉瓦に肌割れ又は龜裂を生じて建物に致命傷を與へる場合が多い。

## 10. 床 組

**床組の効果** 床組は、その構造が水平に剛であれば附近の剛壁と相俟つて地震の爲めに生じ易い建物の水平方向の變形を防ぐ上に極めて有効な働をする。

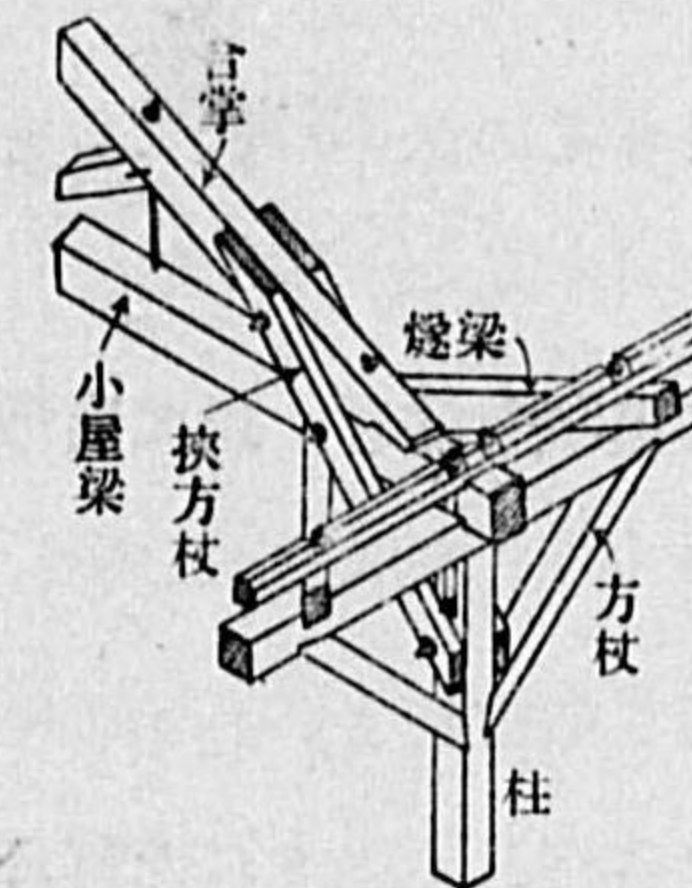
**床組の構造** 床梁の隅々は鋸梁を十分に用ふべきである。特に平面が一文字形の細長い建物の場合には床梁の間に水平筋違を設けて床組に剛強な三角形を構成することが有効な方法である。

2 階床に於ては、梁と柱との接合部を始め床組の各部が外れぬ様に、燧材、鐵物の類を用ひて仕口を充分堅固に造らねばならぬ。

## 11. 小 屋 組

小屋組は從來の木造建物に於て、地震の際に比較的被害の少い部分であるが、尙下記の諸點に注意を怠つてはならぬ。

特に平面が一文字形の細長い建物に對しては水平方向に於ける屋根の變形を防ぐ爲めに、小屋梁の間に水平筋違を配置するの要がある。



第 38 圖

小屋梁と柱及び桁との接合部は地震の際に最も損害を來し易い箇所であるから、方杖、燧梁、鐵物の類を用ひて連結を特に堅固にする必要がある（第 38 圖）。

母屋より上の部分は、耐震上からも必要であるが寧ろ強風の際、吹上げられる危険が特に多いから屋根の裏板は極に、極は母屋に、母屋は合掌に、それぞれ鋸又は釘を用ひて嚴

重に取付けて置く必要がある。

## 12. 屋 根

屋根の外形は、建物を耐震的ならしむる爲めには、成るべく簡単な纏りのよい形とする方がよい。

屋根の重量の大なることは耐震上甚だ好ましくない。故に屋根葺材料には成るべく輕量にして且つ防火的なるもの（例へて石綿スレートの類）を用ひる方がよい。

瓦葺の場合には、剝落を防ぐ爲めに、引掛棧瓦を用ひるか、又は銅線の類を用ひて瓦を野地に充分堅固に縛り付けて置く方がよい。

地震、暴風の兩者を通じて、特に棟瓦の附近が剥れ易い故注意を要する。

屋根の防火上瓦下に泥を敷くことは有効なる方法であるが耐震上からは屋根重量がそれだけ増加することになるから、建物の骨組をこれに相應せしめて充分堅固に造る様にせねばならぬ。

### 第3節 保存及び修理

木構造建物を耐震的ならしむる爲めには、平常よりその保存に就ても充分注意を拂ふ必要がある。

特に建物の下部は成るべく空気の流通を良くして濕氣を防ぎ、以て腐蝕蟲害菌害を避けねばならぬ。

軸部特に土臺等の腐蝕し易い部分には防腐剤を用ひる方がよい。

白蟻に犯された場合には速にこれを驅除し、特に甚だしく犯された部分は新材と取替へ、新舊兩材共に充分に防蟻剤を施すべきである。

建物は時々これを検査し、用材の腐蝕、接合部の緩み等を見出した場合には直ちにこれを修理し、常に補強を怠つてはならぬ。

特に土臺、柱、梁の如き主要な骨組の材が腐蝕した場合には、必ずこれを新材と取替へる。

補強に鐵物を使用した箇所は、時々注意して出來得る限りその緩みを締め直す。

震災その他によつて建物が傾斜し、仕口、繼手等が破損した場合には、必ずこれを改築することとしその儘引起して使用する様な姑息手段を採つてはならぬ。建物が老朽に近付いた場合も同様である。

特に柱、梁等の如き主要な骨組の仕口や繼手が破損した場合には、必ずこれを新材と取替へる。

修理の際には、柱と梁の類との接合部に方杖、鐵物等を用ひて仕口を補強する。

改築又は修理に當つては、特に壁體その他に對して筋違、方杖の如き斜材を配置し、建物の骨組を成るべく多くの三角形に分つことを忘れてはならぬ。

柱の修理若しくは補強には、建物の形狀、構造に應じて控柱又は添柱を有効に使用すべきである。

特に平面が一文字形の細長い建物に於て、水平の方向に起り易い建物の撓みを防ぐ爲めには、控柱を使用することが最も簡單且つ有効である。

煙道及び煙突は時々検査し、破損ある時は直ちにこれを修理する。特に屋根裏又は床裏に當る部分は破損し易く、而も外部から見えない爲め、火災を起す虞れがあるから、一段の注意を要する。

### 第4節 防火上の注意

地震に付きものとされる火災の危険を避ける爲めには先づ建物を倒潰せぬ様な構造にして出火の厚因を絶つことが最も大切であるが、他の一面に於て隣接建物その他からの延焼を防止し易くする爲めに、各建物の外周(外壁・窓・出入口・軒先及び屋根)を防火的に造ることも亦必要である。

木構造建物の外周を簡易に防火的ならしむるには次の要領に従へばよい。

- i) 外壁並に軒先は鐵網モルタル塗とする。

- ii) 窓, 出入口等の開口部には簡易防火戸を設ける。
- iii) 屋根葺材料には耐火的なものを選ぶ。
- iv) 特に隣接建物との距離少なる場合に於ては, 隣接建物との間に簡易防火壁を設ける。

これ等の構造方法の詳細, 特にその防火的效力等に就ては建築學會發刊の「防火改修パンフレット」を参照されたい。

木造建物の外周を防火的に構造することは, 建物新築の場合のみに限らず既存建物を修理する場合にも實行することが望ましい。

木構造建物が防火的になれば, 地震に伴ふ火災又は戦時の空襲による火災に對して危険が減ずるのみでなく, 平時の火災による損害もこれによつて著しく軽減される利益があることに思ひを致さねばならぬ。

### 参 考 文 献 \*

#### 1. 全般に關するもの

- 辰野金吾, 片山東熊, 中村達太郎, 曾瀬達藏 構造物雛形調製に關する報告, 震報, 第4號 P.5
- 辰野金吾, 片山東熊, 中村達太郎, 曾瀬達藏 木造耐震家屋調査に關する報告, 震報, 第6號
- 震災豫防調査會 木造耐震家屋雛形解説概要及寫眞, 震報, 第13號 P.19
- 同 鹿兒島縣下に關する耐震上家屋構造の注意, 震報, 第79號 (大4.3)
- 同 秋田縣下に關する震災上家屋構造の注意, 震報, 第79號(大4.3)
- 同 大町地方震災後家屋建築及修理に關する注意, 震報, 第94號 P.13
- 同 但馬地方震災後の家屋建築及修理に關する注意, 震報, 第101號 P.63

\* 略稱につきては第1章(P.31)参照。

- 震災豫防評議會 木造小學校建築耐震上の注意書
  - 同 家屋新築及び修理に關する耐震上の注意書
  - 田邊平學 耐震建築問答(單行本)
  - 佐野利器 家屋耐震構造論, 震報, 第83號甲, 乙
  - 佐野利器, 武藤清 家屋耐震並耐風構造(高等建築學 第26卷)
  - 木造規準調査委員會 木造2階建小學校々舎構造一案, 建雜(昭13.2.) P.113
  - 武藤清 木造小學校標準教室構造設計に就いての感想, 建雜(昭13.2.) P.148
- #### 2. 震害に關するもの
- 辰野金吾 耐震家屋に關する報告, 震報, 第1號 P.42
  - 石井敬吉 北海道地震構造物震災調査に關する報告, 震報, 第3號 P.47
  - 中村達太郎 山形縣下地震々災地巡回取調に關する報告, 震報, 第3號 P.107
  - 曾瀬達藏 山形縣下地震々害家屋取調に關する報告, 震報, 第3號 P.117
  - 野口孫市 山形縣下震災被害建物調査報告, 震報, 第9號 P.4
  - 同 山形縣下震災後建築視察報告, 震報, 第9號 P.5
  - 大森房吉 地震動の強度と被害との關係報告, 震報, 第21號 P.45
  - 同 明治24年10月28日濃尾大地震に關する調査, 震報, 第28號 P.79
  - 今村明恒 明治42年姉川地震調査報告, 震報, 第70號 P.1
  - 佐野利器 江州地震調査報告, 震報, 第70號 P.65
  - 今村明恒 明治29年の陸羽地震, 震報, 第77號 P.78
  - 内田祥三 大正3年鹿兒島地震に於ける建築物被害調査報告, 震報, 第80號
  - 大森房吉 本邦古築造物の耐震的調査, 震報, 第88號丙 P.40
  - 北澤五郎 木造被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.1
  - 田中大作 横濱市に於ける建築物被害調査報告, 震報, 第100號丙上 P.379
  - 谷口忠 但馬地震建築物被害調査報告, 震報, 第101號 P.41
  - 永澤毅一, 田邊平學, 淺野繁 北但馬震災所見, 建雜(大14.7) P.316
  - 永田愈郎 丹後地方の震災に就て, 建雜(昭2.5) P.602
  - 内田祥三 大正3年秋田縣下の地震に於ける木造耐震構造の效果, 建雜(大3.4) P.30
  - 同 耐震的見地より見たる静岡市附近建築物構造の一部に對する私案, 建雜(大6.10) P.370

- 内田祥三 大正6年10月1日東京附近に於ける暴風雨の被害に就て(耐震構造と耐風構造の比較), 建雑(大.7.1) P.35
- 尾崎久助 丹後震災地調査所感, 建雑(昭2.5) P.628
- 谷口忠 丹後地震に於ける建築物の被害に就て, 地彙(昭2.9) P.133
- 北澤五郎 木造被害調査報告, 建雑(昭2.12) P.1409
- 吉田宏彦, 井村次一郎 昭和5年10月17日の北陸地方の震災に就て, 建雑(昭5.12) P.2191
- 田邊, 武藤, 土岐, 一井, 辻井 昭和5年11月26日豆相地方建築物の震災に就て, 建雑(昭6.2) P.97
- 谷口忠 豆相地方學校建築の震害に就て, 建雑(昭6.2) P.173
- 田邊平學 静岡縣耐震建築相談所に於ける質疑事項, 建雑(昭6.7) P.1009
- 田邊, 二見, 武藤 昭和6年9月21日北關東地方建築物の震害に就て, 建雑(昭6.10) P.1469
- 芝哲夫 伊豆農家耐震性の統計的研究, 建雑(昭8.1) P.29
- 大村巳代治, 杉山榮二, 竹内佐平治 静岡地方建築物の震害に就て, 建雑(昭10.11) P.1296
- 武藤清, 井坂富士雄 昭和10年7月11日静岡地方に於ける單一物の被害並びに住家の被害率に就て, 建雑(昭10.11) P.1337
- 金原壽郎, 竹村千幹 昭和10年7月11日静岡地震々害調査報告, 地彙(昭10.12) P.966
- 齊田時太郎 昭和10年7月11日静岡地震に就て, 地彙(昭10.12) P.985
- 河野輝夫, 田治米辰雄, 高藪良二 昭和14年5月1日男鹿半島地震に於ける建築物の被害に就て, 建雑(昭14.8) P.1022
3. 設計全況に関するもの
- 田邊平學 耐震構造上より見たる筋違の効果, 建雑(昭6.2) P.159
- 巽純一 耐震木造建築への一考察, 建雑(昭7.11) P.1351
- 武藤清, 長沼重 新形式の木構造計算法, 建雑(昭13.11) P.1191
- 武藤清, 外7名 新興木構造の話, 建雑(昭14.5) P.671
- 高山馨 釘打を重なる結合法とせる大張間木構造の實施例, 建雑(昭15.12) P.951
- 赤川祥之亮, 高橋梅太郎 木造大張間架構の實例, 建雑(昭15.12) P.946
- 成田春人, 金成利男 ゼベルを應用せる木造大張間建築, 建雑(昭15.12) P.962
- 竹山謙三郎, 建部仁彦 張間30m構造物の載荷試験及施工報告, 建雑

- (昭15.10) P.786
4. 骨組に関するもの(ラーメン, 剛壁)
- 建築學會 木造規準調査委員會 木造小學校々舎骨組試験, 建雑(昭12.8) P.964
- 河野輝夫 木造壁體の剪斷抵抗の實驗的研究, 建論(昭13.2) P.24
- 同 木造建築物(無壁一階建)の振動實驗, 建論(昭13.4) P.13
- 同 木造建築物(無壁二階建)の振動實驗, 建論(昭14.4) P.194
- 田邊平學, 勝田千利 交番水平荷重を受くる木造無壁骨組の實驗(耐震耐風木構造に関する研究第5報), 建論(昭12.3) P.35
- 田邊平學, 後藤一夫, 勝田千利 交番水平荷重を受くる木造有壁骨組(眞壁)の實驗(耐震, 耐風木構造に関する研究第6報), 建論(昭13.4) P.130
- 田邊平學, 後藤一夫, 菊田守雄 交番水平荷重を受くる木造有壁骨組(大壁)の實驗(耐震, 耐風木構造に関する研究第7報), 建論(昭14.4) P.210
- 同 木構造骨組の實用應力分布係數並に計算法に関する一二の問題, 建論(昭15.3) P.329
5. 組立材に関するもの
- 田邊平學, 狩野春一 木造柱梁接合部の強度並に剛度に関する實驗, 建論(昭11.3) P.129
- 同 木造組立柱の曲げ強さ並に効率に関する研究, 建論(昭11.4) P.11
- 田中沖平, 堀池康夫 木造小學校2階梁として小角材よりなる合成梁設計の一案及び其の實施報告, 建雑(昭14.7) P.907
- 竹山謙三郎 ゼベル釘を應用したるトラス梁實驗, 建雑(昭15.3) P.220
6. 仕口継手にに関するもの
- 内田祥三 木造仕口の實驗的研究, 建論(昭11.7) P.21
- 坂静雄 木造架構の強度實驗, 建築學研究(昭6.第8輯) P.1
- 河野輝夫 木構造柱梁仕口の強度及剛節度の實驗的研究, 建論(昭13.4) P.120
- 十代田三郎 木造筋違の強度に関する實驗, 建雑(昭10.1) P.99
- 田邊平學, 狩野春一, 外4名 大貫筋違の仕口に關する實驗(木造建築物の耐震構造に関する研究第1報), 建雑(昭9.10) P.1087



- 田邊平學, 狩野春一, 外5名 木造斜材のボルト締仕口に関する実験(木造建築物の耐震構造に関する研究第2報), 建維(昭10.10) P.1183
- 田邊平學, 狩野春一, 外4名 木造柱梁接合部の強度並に剛度に関する実験(耐震耐風木構造に関する研究第3報), 建論(昭11.3) P.129
7. デュベル接合に関するもの
- 原田有, 倉林元一 輪形デュベルを用いた木材接合に関する実験報告(其の1), 建論(昭14.4) P.246
- 福 田 重 義 輪形デュベルに依る木材接合部の耐力実験, 建論(昭14.4) P.230
- 長 沼 重 木材の輪形デュベル接合に関する理論的研究, 建論(昭14.4) P.240
- 竹山謙三郎 新形歴入デュベル(デュベル釘)に関する研究, 建論(昭14.11) P.47
- 越 智 隆 晴 各種歴入デュベルの能率並にデュベルを使用せざる組立梁の變位及撓み比較試験, 建維(昭15.11) P.880
- 村 上 永 一 噛合せデュベルを用いた木材の特殊接合部の強度並に普通デュベルとの比較, 土報, 第59號(昭16.2) P.7

## 第3章 鐵筋コンクリート構造

### 總 說

鐵筋コンクリート造建物とは丸鋼類とコンクリートとを一體として鑄造した鐵筋コンクリートを建物の主體となすものゝ總稱である。鐵筋として鐵骨を用いたものもこの類に包括して考へることが出来る。

柱, 梁, 床及び壁體を總て鐵筋コンクリート構造とせるものゝ他に, 外國に於て, 一般に使用されてゐる様な壁體として, 煉瓦積を用ひるものもある。

元來鐵筋コンクリートの部材は木材に比較して強度と靱性とは少しく劣り重量は數倍する。それにも拘らず鐵骨構造に次ぐ優秀な耐震的構造法と云はれてゐる。その理由は鐵筋コンクリート構造に依る時には容易に断面の大なるものを造ることが出来, 又注意すれば容易に剛にして且つ強い仕口を造ることが出来る點にある。これは木構造, 鐵骨構造に見られぬ美點でこの特徴を發揮することによつて, 建物全體としては強度の高い剛性の大なるものが得られ實用的に優秀な構造となるのである。

關東大震災に於ては鐵筋コンクリート造建物にも相當の被害が認められた。これ等の被害建物は概して次の様なものであつた。

- (1) 煉瓦積を以て壁體とせる所謂 張壁式 のもの
- (2) 鐵筋コンクリート造壁體の少きもの
- (3) 配筋不適當なもの
- (4) 鐵筋繼手の重なりの短かきもの及び異形鐵筋を用ひ末端に曲げ

を附せざるもの

(5) ラーメン的構造の實なきもの

(6) 施工不十分なりしもの

當時に於ては未だ概ね耐震計算を定量的に行ふ慣例がなかつたので一般に水平力に對して強度の低いものであつたことに留意すべきであるが、上記(1)(3)(4)及び(5)にあげた様な外國特に米國流の設計をその儘に移したものは殆んど例外なく多少の損害を受けたのであつた。殊に鐵筋の曲げを附せざるものの中には崩壞的の破壊を招いたものもある。

然し耐震的に考慮して計畫されたものは一般に被害は無く壁體の小龜裂程度に止まつたのであつて、爾來鐵筋コンクリート構造が世上一般に耐震的と確認せらるゝに至つたのである。

實に鐵筋コンクリート構造は耐火的なるが故に地震に伴ふ火災に對しても安全であり、又唯一の實用的な耐爆的構造材料でもあるので、都市建物に對しては最も優秀なる構造として推奨されるのである。

一般高層建物では概ね五階以下のものに用ひるのが適當である。更に高層なもの又は特殊の規模のものに對しては鐵骨を併用して「鐵骨鐵筋コンクリート構造」とすることが望ましい。

格納庫等大スパンのものに就てはコンクリートの收縮が忽にすべからざる問題となる。斯様なものに對しては施工方法、順序等を充分に考慮する必要がある。尙コンクリートの品質は施工の良否に依つて著しき影響を受け、而も仕上りコンクリートは外面のみでは品質を判定する譯には行かぬから、施工には特に充分の注意をせねばならぬ。

## 第1節 構造計畫

### 1. 概 説

鐵筋コンクリート造建物を地震に對して安全ならしむる爲めには、その構造を鉛直荷重のみならず水平力に對しても安全なる様に設計することが肝要である(總則第4節参照)。これが爲めには材料及び施工に注意するは勿論その構造計畫を特に慎重にする必要がある。

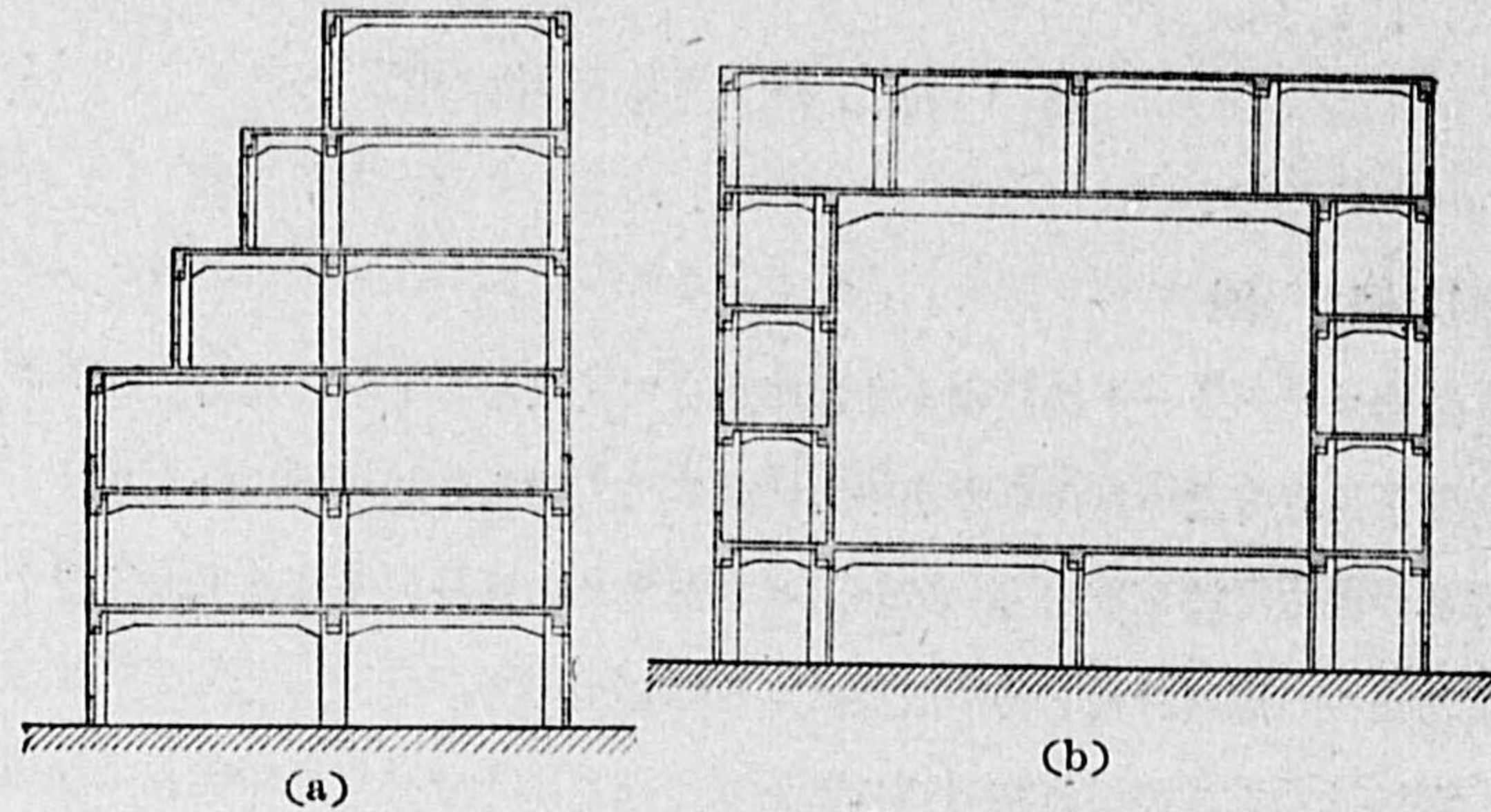
本構造による通常の高層建物にありてはその主要骨組の矩形ラーメンを剛節となすことが絶體的に必要である。仕口を剛節として初めて水平力に、從つて又水平の撓みに抵抗し得る能力が與へられるのである。

尙鐵筋コンクリート造壁體は水平力に對して強い抵抗を示し得るものである。壁體を有する所謂有壁ラーメンは特にその威力を發揮するものであるから、間仕切は成るべく強剛な鐵筋コンクリート壁體(所謂「耐震壁」とし鐵筋コンクリート床版により一般無壁ラーメンとの立體的連絡を圖り相協力して地震力に耐へる様に計畫すべきである。

鐵筋コンクリート造建物は重量が大きいので基礎計畫については特に綿密なる注意を要する。

### 2. ラーメン

**配置** 柱は平面に於ては縦横兩方向共に直線上に配置し、又立面に於て下層より上層迄建登せ、各階に桁及び梁を配して規則正しき籠狀體を構造することが望ましい。これに反してラーメンの形狀及び配置の不規則なるものは地震力によつても又他の荷重に依つても不明確又は不規則な應力を生ずる。柱に偏心あるもの殊にセットバック(第39圖a)又は數層を貫



第39圖 不規則なる立面

くホールの場合(第39圖b)の如きはこの点につき特に注意を要する。下層に於て柱を缺くものに就ても亦同様である。

**剛性** 建物は水平力に對し剛性<sup>1)</sup>が大きく水平方向の固有振動週期が小さいものがよい。又各部の剛性は均等でなければならぬ。不均等なる場合には各部の振動性が異り、床が柔なれば各部の撓みが著しく不同となり床に至みを起し、床が剛なれば床を通して應力の無理な集散を招き、又建物全體としての捩れ變形も起すから耐震的に不利である。

ラーメンの柱及び梁の剛度<sup>2)</sup>はそれぞれ同一層内の各スパンに於て均等であると共に層を上るに従つての變化も急激ならざる方がよい。柱に對する梁の剛比<sup>3)</sup>も亦成るべく大なる方がよい。

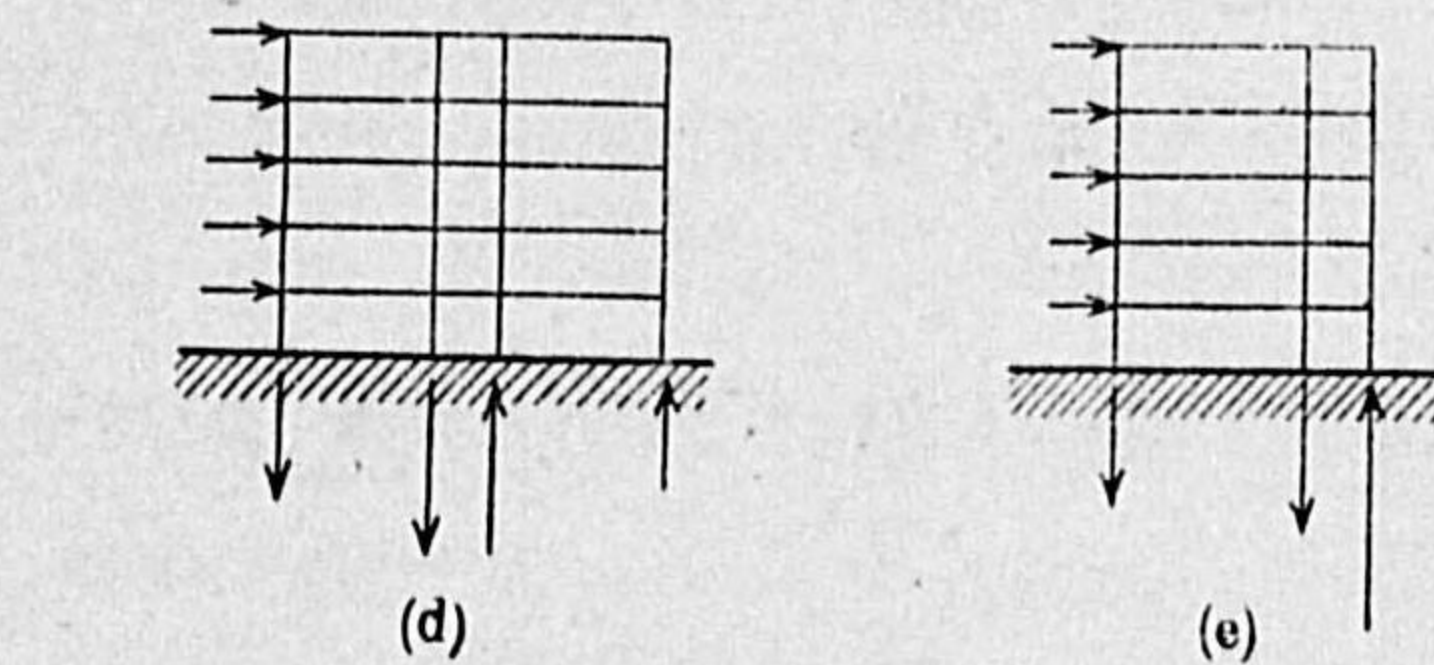
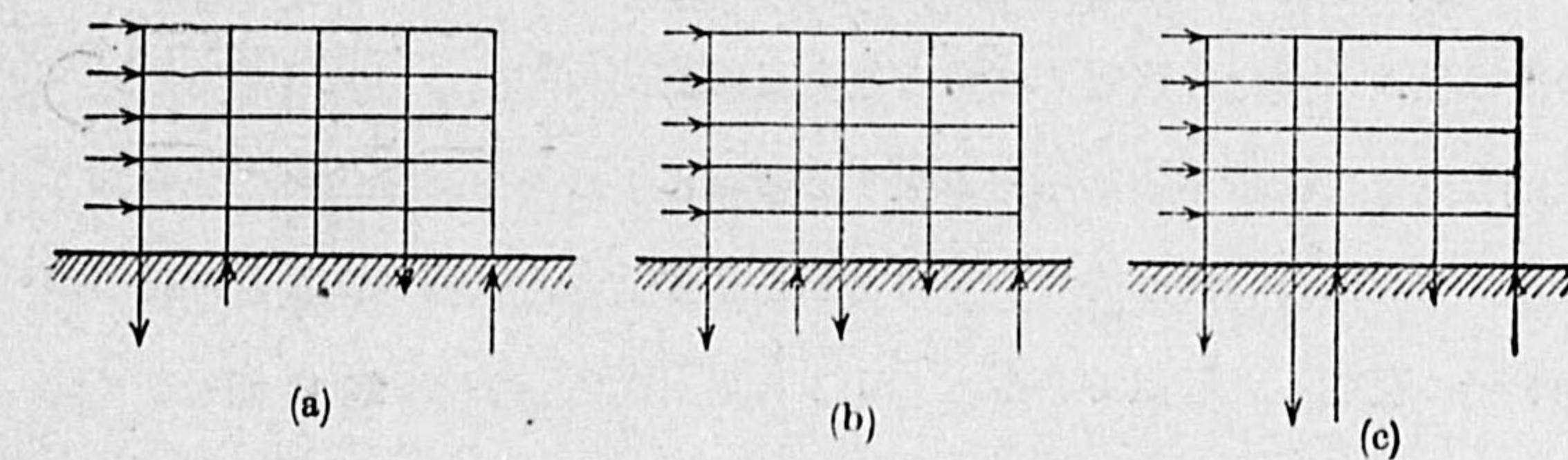
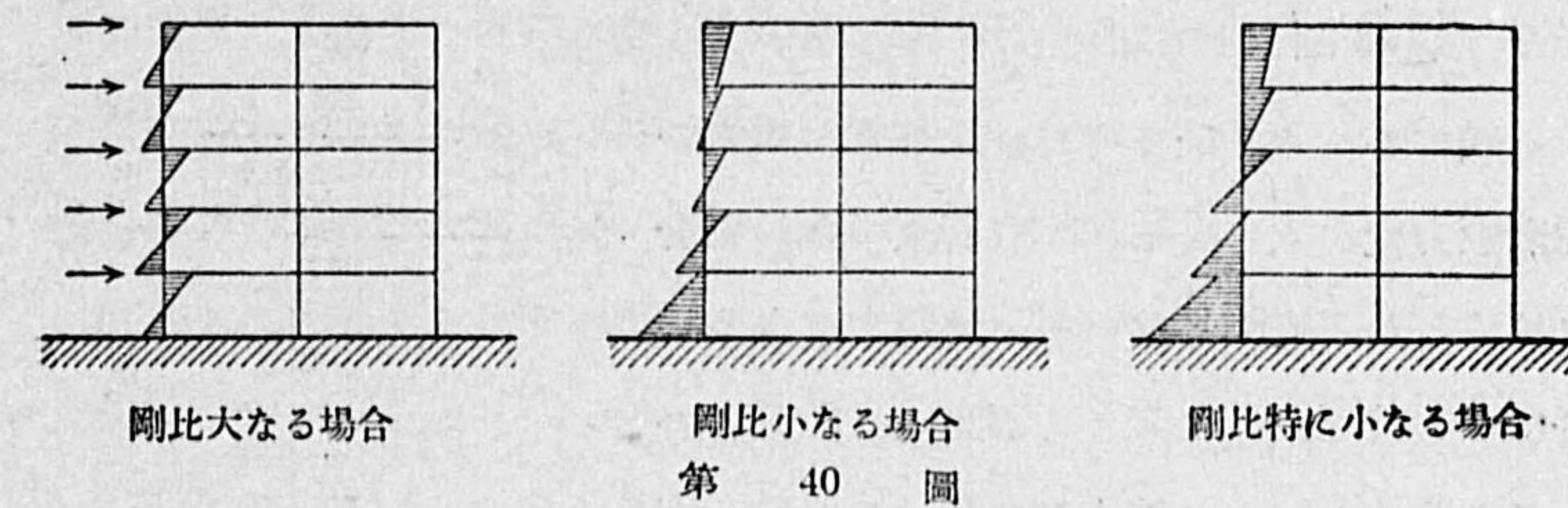
一般に同一層の各部の剛度が不均等なる時は剛度の異なる部分に應力が

- 1) 剛性とは剛さ即ち變形し難さを意味する。
- 2) 材の剛度とはその材の断面二次モーメントをその材長で割つたものを云ふ。
- 3) 材の剛比とは規準材の剛度に對するその材の剛度の比である。  
茲に用ひた柱に對する梁の剛比とは柱の剛度を基準としてこれに接續する梁の剛比を意味する。

集中することとなる。又層を上るに従ひ剛度に急激に變化する時はその部分の應力分布が不規則となり剛度の異なる部分に應力が集中する。

柱に對する梁の剛比が大なる場合には柱の反曲點は略中央にあるが、剛比小なるときには柱の反曲點は下層では上に偏し、上層では下に偏し、柱上下の曲げモーメントに著しい差を生ずるから一般に不利である(第40圖)。

均等なるラーメン<sup>1)</sup>に於ける柱の垂直反力は一般に外柱に於て大きく、内柱に於ては著しく小さい(第41圖a)。小なるスパンが介在するときはそ



第41圖

- 1) 各層毎に柱及び梁がそれぞれ均等な剛度を有するラーメンの意味である。

の両側の柱の反力が大となる(第41圖b)。特にその部分の梁の剛比が大なる場合には著しく増大する(第41圖c, d)。例へば片側廊下のラーメンにて、廊下梁を室内梁と同断面とすると廊下梁の剛比が大となり廊下側外柱の反力が著しく大となり(第41圖e)その處置に困難を感じる場合が多い。故にこれ等の反力の處置を考慮しなければならぬ。

**ハンチ** 柱及び梁の接合部には一般にハンチを附する必要がある。仕口の強度を高むる上にもラーメンの剛性を増大する上にも効果があるからである(第42圖)。

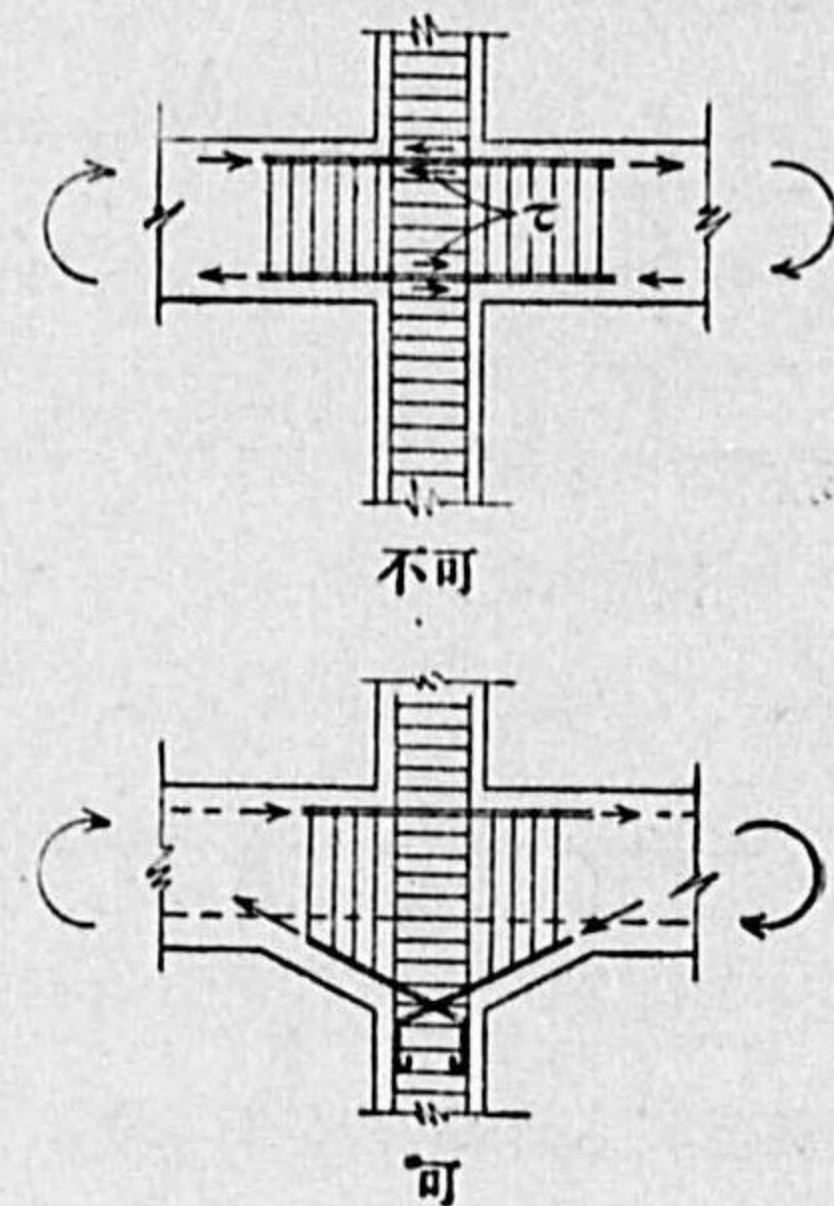
一般にハンチを缺く時は柱及び梁の鉄筋の附着應力度が大となる。鉛直荷重のみの場合にはさしたる支障もないが、地震力による場合には附着不能となることが多い。然るにハンチを設ける時には接合部に於ける鉄筋の應力度は徐々に變化し附着も充分となり又鉄筋末端を曲げて碇着する餘地をも生ずることになる。これ即ち我國に於てハンチを用ふる手法が特に發達した所以である。

一方ハンチ部分には曲げ變形が起らないのでラーメンの變形を小ならしむる効果があり、著しく剛度を増すものである。

### 3. 壁 體

**概要** 鉄筋コンクリート造建物の壁體として従來下に記す各種のものが用ひられてゐる。

- (1) 煉瓦壁
- (2) 輕構造壁



第42圖

### (3) 鉄筋コンクリート造壁

張壁式の煉瓦壁は外國に於て一般に用ひられるもので、外壁にも間仕切壁にも使用されてゐる。然しこれは重量が大きく剪斷強度が低い。従つて耐震上その強度に依頼し得ないのみでなく全體の重量を増し、地震力を増すことになる上に崩落の危険さへあるからその使用は避くべきである。

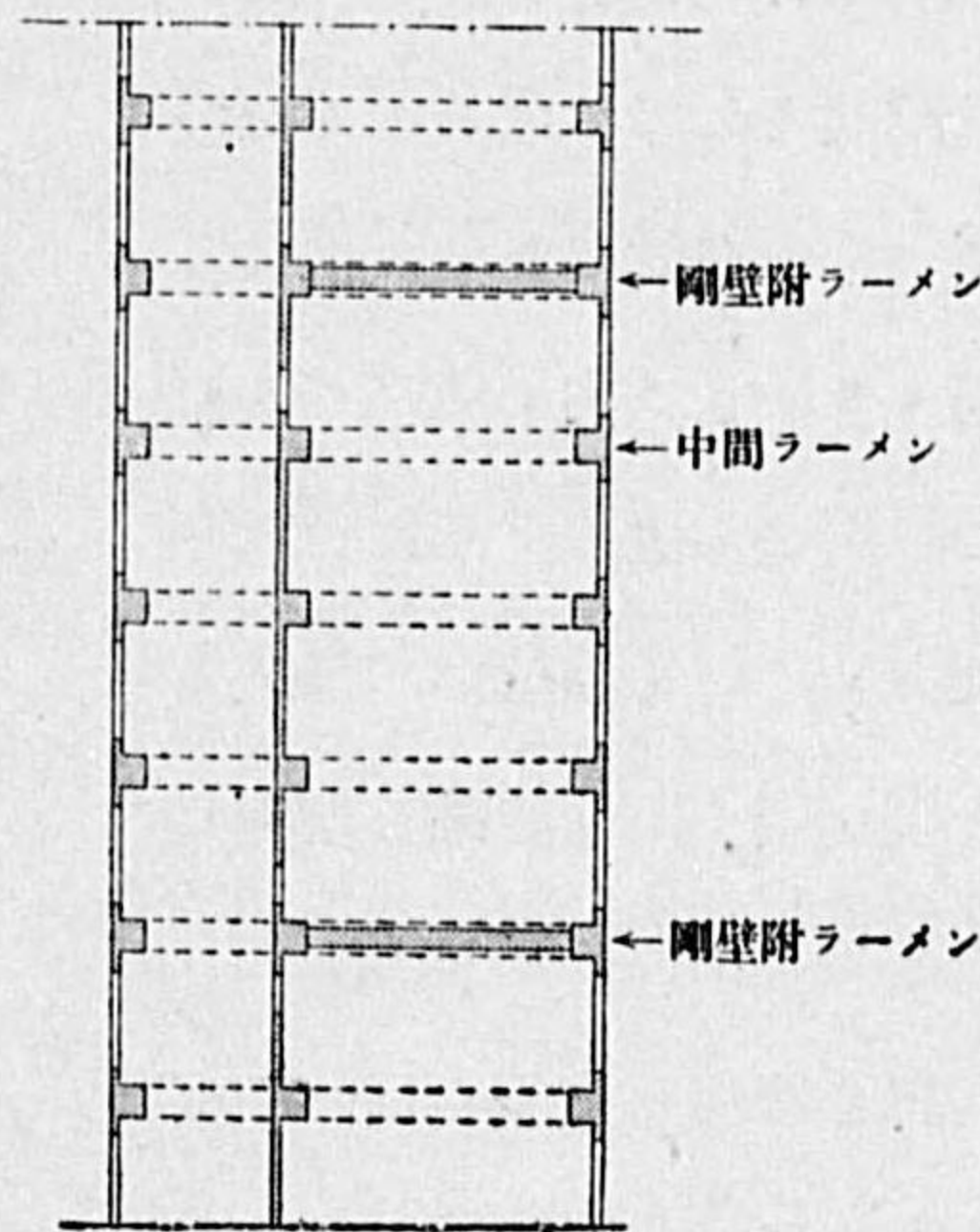
輕構造壁には木造或は鐵骨造の骨組に木摺、メタルラスの類を用ひて塗壁とせるもの、板或はボードの類を張りたるものなどがある。簡易な間仕切に使用して差支へない。然しその耐震力には全然期待し得ない。

鉄筋コンクリート造壁は外壁たると間仕切たるとを問はず耐震上最も信頼し得べきものなる事は既に總説に述べたる處である。

以下これに関する注意事項を述べることにする。

**剛壁** 鉄筋コンクリート造壁體にて充分の厚さを有し適當なる複鐵筋を備へたものは、ラーメンに比較してその剛性及び強度が著しく優れてゐる。壁體と床版とを堅固に連絡すればこれを介して他部分に作用する地震力の一部をも負擔し得るから、容易に他のラーメンと協力して地震力に抗せしむることが出来る。従つて壁體はこれを密に配置する程耐震的に有利である。

間取りの関係上壁體と壁體との間に幾多の無壁ラーメンを有する場合には、該壁體を特に強剛に構造し剛壁(所謂耐震壁)として剛壁と剛壁と



第43圖

の中間のラーメンに協力せしめ、地震力に耐へしむる様に構築することが最も有効である(第43圖)。

但しこの剛壁は後日取除かれる虞のない永久的のものでなければならない。又剛壁間隔が餘りに大なるときは中間のラーメンの協力を期待し得ないこともあるから注意せねばならぬ。

鉄筋コンクリートの大きな筋違も亦剛壁と同様の効果がある。

**剛壁の配置** 剛壁の配置に當つては下の注意が必要である。

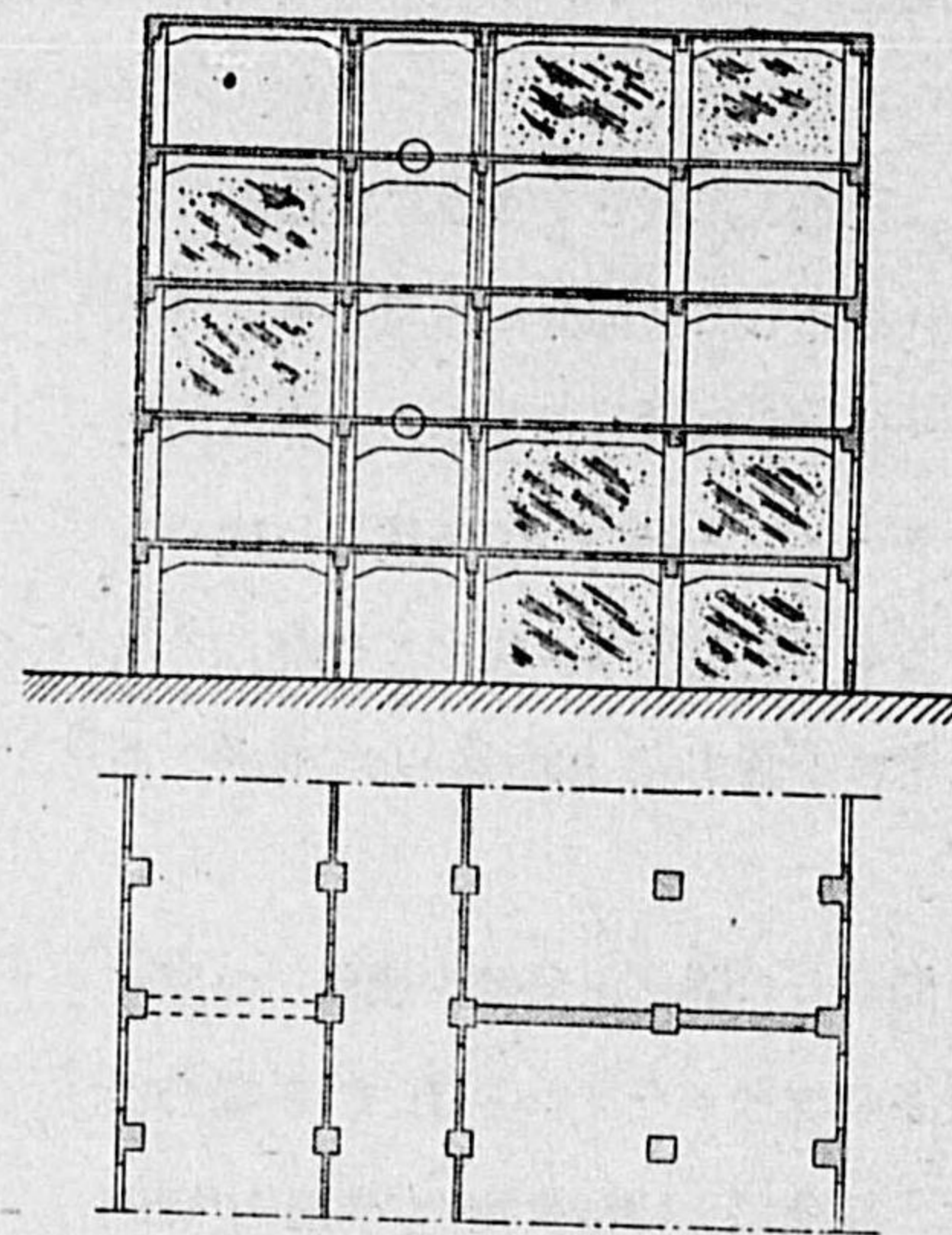
平面的には建物各部に成るべく均等に數多く配置し左右釣合の取れたるものとして建物に振りの生ぜざる様にすることが望ましい。

同一立面内の剛壁は相重なる様配置する方がよい。然らざるものは應力の傳達の関係上これを連絡する部分(第44圖a○印部分)が大なる應力を受け、通常の寸法のものでは

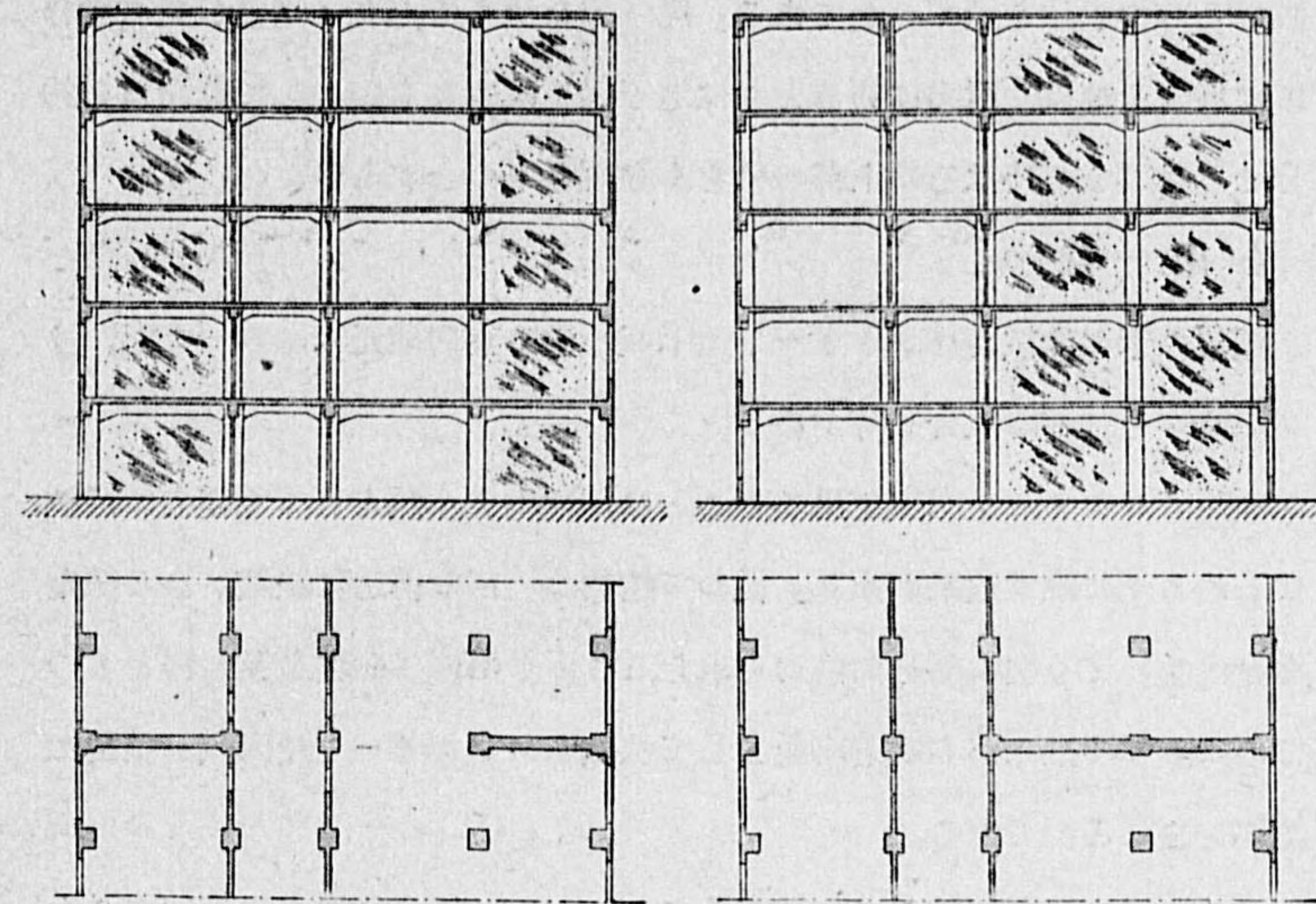
不充分であり多量の補強を要する場合が多い。

剛壁としては成るべく幅の廣い方が有効である。従つて同一ラーメン内で相隔てゝ二つの剛壁を置くよりは(第44圖b),これを相續いて纏めると幅が廣くなり効果を増すのである(第44圖c)。

高さに比し壁體の幅が小なるときは、曲げ變形が起り易く、上部に於て剛壁としての



第44圖 a



第44圖 b

第44圖 c

効果が低下する許りでなく、左右前後の梁の應力が大となり、又これを支持する基礎の反力が大となるから特に注意を要する。

なほ剛壁の厚さは大なる方がよい。開口のあるものはその大いさにより剛壁としての効果が相當に低下することに注意を要する。

**剛壁基礎** 剛壁に於ては負擔剪斷力が大となる關係上基礎に於ける反力が大きくなり沈下も起り易い。壁體は直立せる片持梁の如く抵抗するものであるから、基礎の沈下に依つて傾斜が起ると剛壁としての效力を減じこれに接続する左右前後の梁に負擔を加へる處れがある。従つて基礎を特に強剛なものとしなければ耐震壁の役目を果し得ないことになる。

剛壁基礎に沈下を起させないためには下層に於て基礎に沿ふ壁體を左右に延長し強剛なるものとし、或はこれと直角なる方向に同様の補強基礎を

設ける等の手法を講ずべきである。廊下等を挟んで左右に剛壁が並ぶ場合には反力を地盤の耐力に頼るよりは地下梁を強剛なものとして剪断力を釣合せ、必要なる時はその上部の梁をも強剛なものとするがよい。

4. 床版

概要 床には鉄筋コンクリート造床版の他に空洞煉瓦床、アーチ床、リブ床及びそれ等の組合せ等がある。

鉄筋コンクリート床版を用ひることは、建物を一體として地震力に抵抗せしめる上に最も効果がある。従つて建物の一部の構造に缺陷がある様な場合にも、よく他の部分の協力を求めることが出来て破壊を免れ得るものである。この意味から耐震構造としては鉄筋コンクリート造床版が絶対に必要とされるのである。

これに反して空洞煉瓦の類は軽量であるが、一般に剪断力に抵抗する力を欠き且つ崩落の危険を伴ふので耐震上避くべきである。

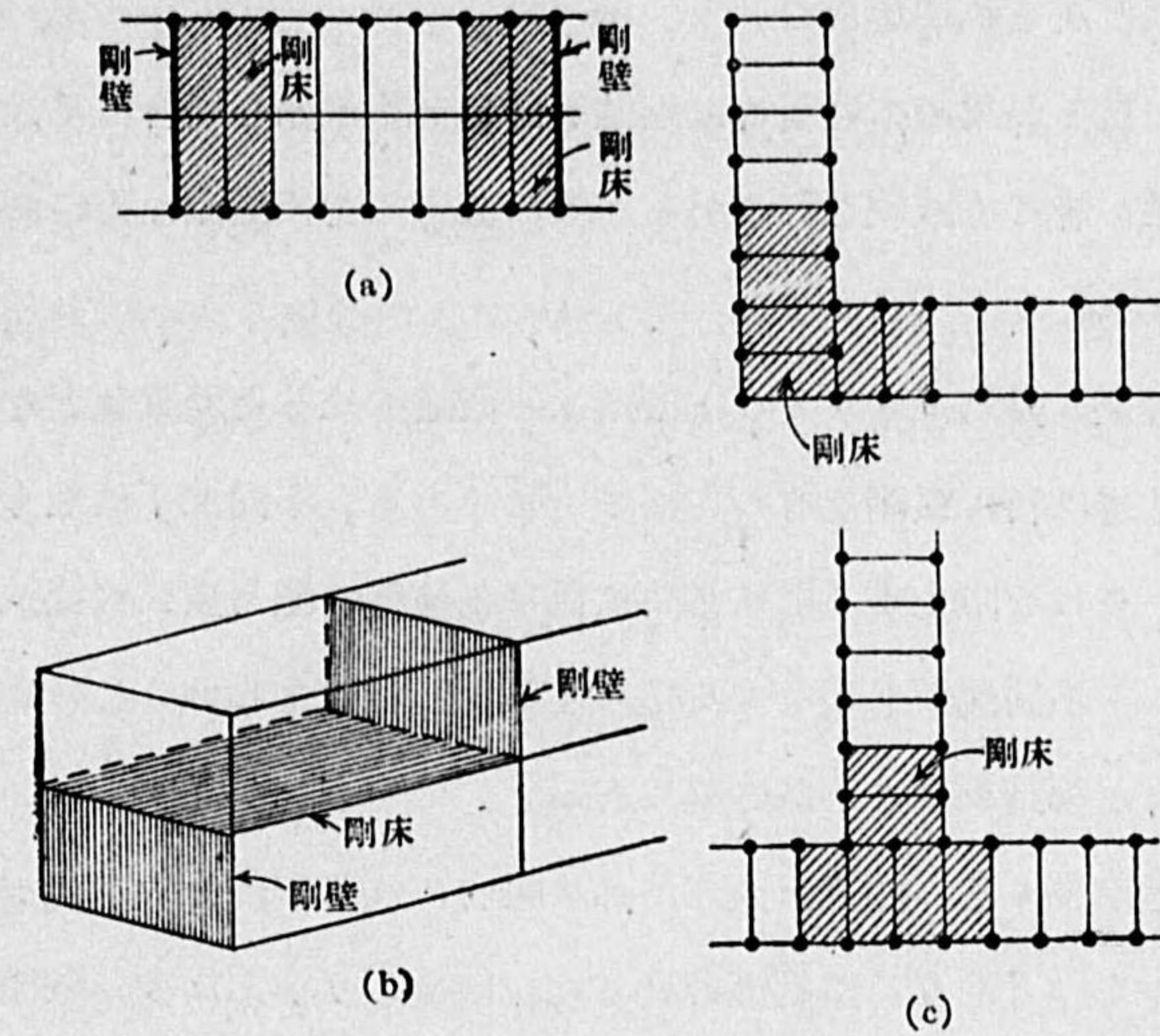
以下専ら鉄筋コンクリート造床版に関する注意事項を述べる。

剛床 大なる剪断力を受くる處のある床版は特にこれを強剛に築造し剛床とせねばならぬ。例へば多數の無壁ラーメンに協力する剛壁に接する床版中の近接部分(第45圖 a)或は上下の階にて位置を異にする剛壁を連絡する床版(第45圖 b)等の如きである。

剛床は剛性の異なる建物の連絡部、即ち例へば平面がL形、U形或はT形等の場合に於ける折れ目附近(第45圖 c)にも亦必要である。

剛床は剪断力に應じ剛壁に準じてその厚を大にし且つその配筋を十分にすべきである(第2節6参照)。

小梁を斜に配置し菱目床の構造となす時は自ら床の剛性を増すものと考へられる。

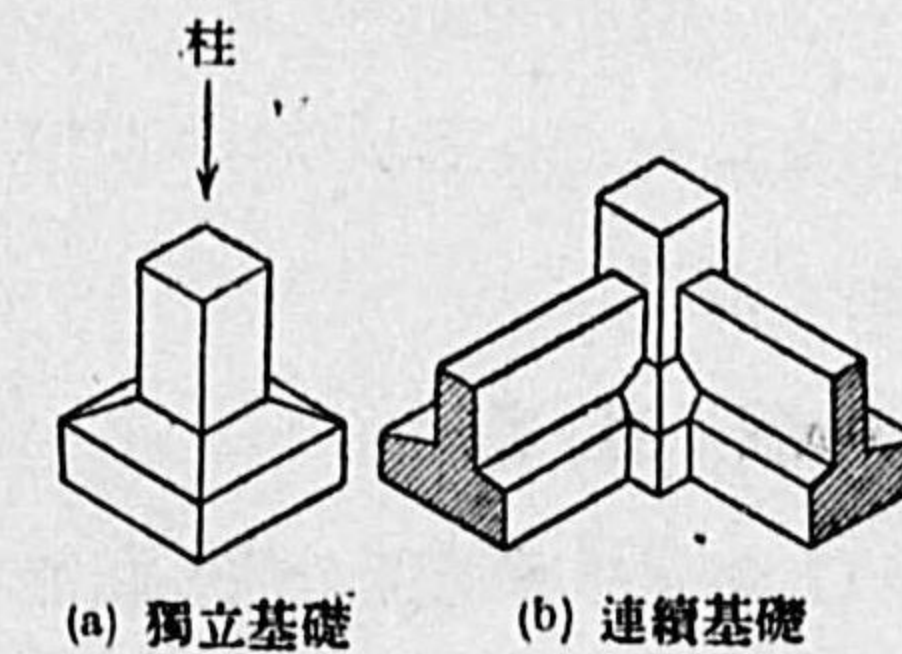


第 45 圖

5. 基礎

概要 基礎には獨立基礎と連續基礎との2種類がある(第46圖)。獨立基礎は各基礎に多少の不同沈下を豫期しなければならぬから、一般に輕微なもの或は地盤の特に堅硬なる場合にのみ使用するがよい。

連續基礎は各柱の下基礎間を基礎梁又は基礎盤にて結び全基礎を一體として築造せるものである。これは建物を一體として地震力に抵抗せしむる効果があるのみならず、常時の不同沈下を阻止するにも有效であるから、一般の建物はこの手法によることが望ましい。特にラーメン構造の建物にて地盤軟弱なる敷地に建築するものは常時に於ても不同沈下を招き易いから強剛



第 46 圖

な連続基礎となさねばならぬ。

地盤軟弱なるが爲めに地震時に剛壁が傾斜するが如き場合には、剛壁としての効果が著しく減殺されるから、その基礎は特に強剛なものにしなければならない。

**基礎の計畫** 鉄筋コンクリート構造は木構造に比しその重量大なるが故に、その基礎は特に強剛なものとなすべきである。不同沈下は最も忌むべきであり、これを阻止するには常時に於ける地盤の應力度又は抵抗力を各部均等にして不同沈下を起さざる様にすることが望ましい。この爲めには各部略均等な構造たることが必要である。

剛壁の数が少くその間隔が大なる如き場合にはその部分の基礎が他に比して巨大なものとなり、地盤應力度は他の部分より小となり、全體として著しく不均等なものとなる。剛壁を近接してなるべく多數これを設くる様に工夫することは、この不均等による不同沈下を避ける上にも肝要である。

スパンの大なる工場、格納庫の如き平屋の建物は通常これをラーメン、アーチ、その他の不静定構造となせるものが多いが、地盤軟弱なる場合には基礎の不同沈下移動等に依る不慮の災害を招く虞れがある。斯る地盤に於いては桁方向のみならず、張間方向にも強固な繫梁を充分に用ふることが望ましい。張間方向に繫梁を用ひ得ざるものは寧ろ静定骨組となすも一良案である。

## 6. 版構造

(1) 無梁版構造即ち柱の頭部にハンチを附し平版床と剛に接合せるものは荷重の大なる倉庫等に使用せらるゝことがある。然し版部には耐震的弱點があるのであるから、柱の配置を密にするは勿論版部分の應力計算を特に慎重にし且つ平面にて縦横2方向に剛壁を配置して耐震力を高めること

が必要である。

高層にして且つ積載荷重の大なる建物に對してはこの式に依らず寧ろラーメン式構造を採用すべきである。

(2) 規模の小なる建物にて、外壁に開口少く、間仕切の豊富なる場合にはラーメン式構造とせず床版と壁體とに依つて鉛直荷重にも亦地震力にも耐へしむることが出来る。

## 第2節 構造上の注意

### 1. 施工

**概要** 鉄筋コンクリート構造は木構造或は鐵骨構造と異り現場に於て主要材を製造するものであるから、鉄筋コンクリートの價値の半分は施工にありといふことも出来る。製造工程は材料の選擇、鐵筋工作、組立及びコンクリートの計量、練方、運搬、打方、養生及び型枠等極めて複雑であり且つ長期に亙るが爲めに施工の完璧を期することは容易でない。

而も鐵筋コンクリートは打上り後その品質を検査することが困難であるから、施工には注意の上にも注意を拂ふべきである。建築學會編「コンクリート及び鐵筋コンクリート標準仕様書」は以て參考するに足る規準書である。

**材料** 鐵筋は規格品とし貯藏及び作業に注意し、コンクリート打込時に於て浮錆、汚染等なきやうに注意せねばならぬ。

セメントとしては臨時日本標準規格第149號に合格するポルトランドセメントを用ふべく、一般に混合セメントの使用は避くべきである。貯藏には特に注意して風化を防止せねばならぬ。

砂及び砂利は粒度、粒形適宜にして有機物等を含まざる硬質のものとし、貯藏場を整頓し雑物の混入を防ぐ様になすべきである。

**調合** コンクリートはその所要強度及び軟度に應じ、最も経済的となる様に調合を定むべきである。調合を嚴重に實施することは強度確保の基礎をなすもので最も肝要である。これが爲には重量計量に依ることが望ましい。

**練方及び打方** 素材を完全に混和することが練方の根本目標である。機械を使用し、素材投入順序を合理的に定め、混和に充分の時間をかけねばならない。手練は強度を必要とするものに対しては絶対に避けねばならぬ。已むを得ざる場合には調合を特に良好にし入念に練合せ安全を圖るべきである。

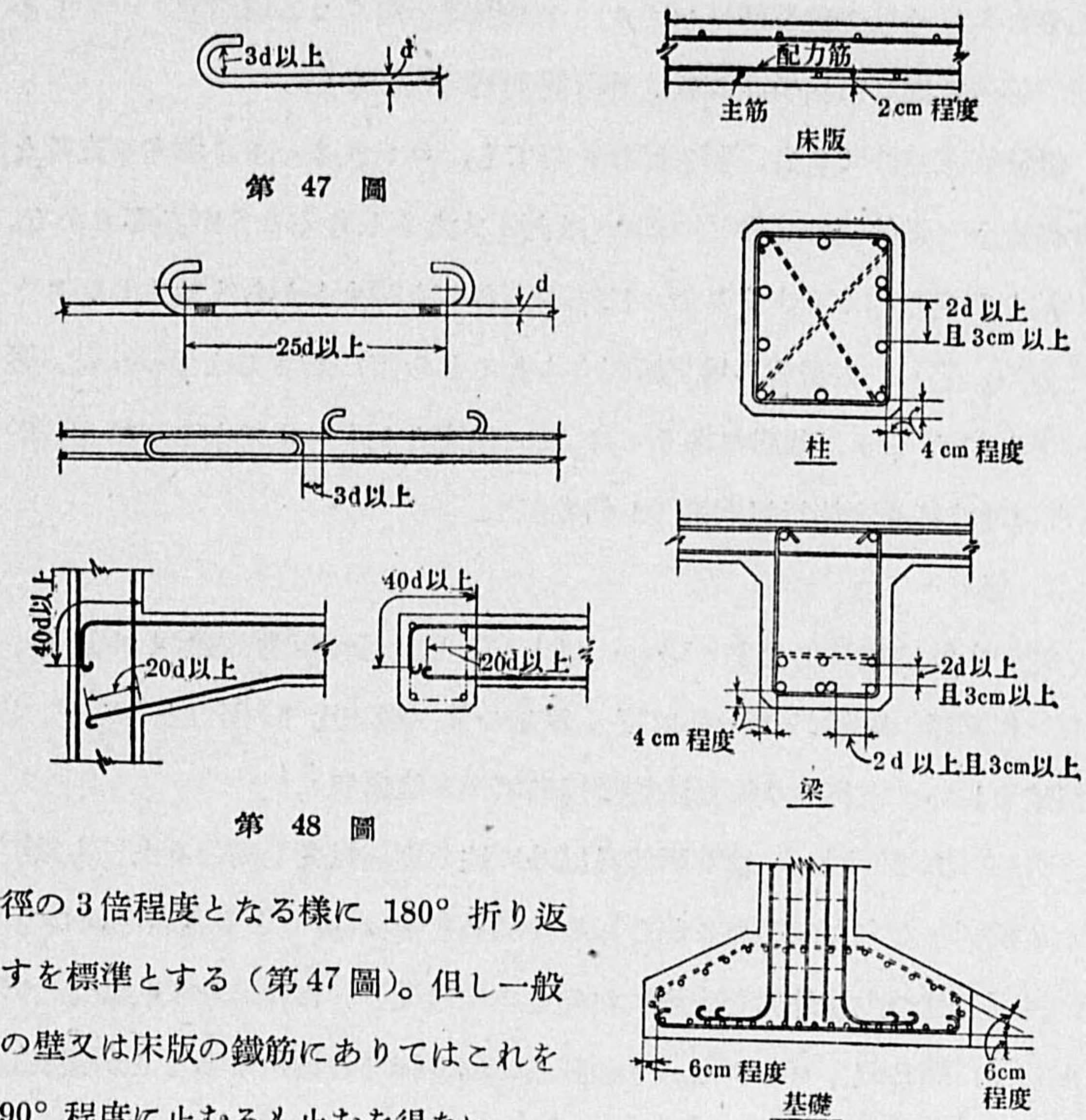
運搬に當りては骨材が分離せざる様注意し、打方の前に再びこれを溜楯に受けて切り返すべきである。打込に當りては殊に搗固めに注意し隙間なくコンクリートが行き互る様にすべきである。打継ぎに就てはその部分の強度が低下せざる様配慮すべきである。

コンクリートの硬化の順調を期し、且つ収縮を避けんがため氣候に應じ、養生に就ては充分に注意すべきである。

**型枠** 型枠はその形状、寸法に注意し且つ充分緊密にこれを組立つべきである。コンクリート打込前にはその清掃に注意し吸水を防止するために充分に水洗をなすべきである。又型枠除去の際衝撃を加へざる様豫め除去装置を設けて置かねばならぬ。

## 2. 鉄筋

鉄筋の末端は必ずこれを折り曲げることが必要である。末端の曲げの不十分なる時は端部の脱出を來し崩壊を招く虞れがある。曲げの内径は鉄筋



第47圖

第48圖

第49圖

径の3倍程度となる様に  $180^\circ$  折り返すを標準とする(第47圖)。但し一般の壁又は床版の鉄筋にありてはこれを  $90^\circ$  程度に止むるも止むを得ない。

鉄筋の継手は充分に重ねて應力の傳達を圖らねばならぬ(市街地建築物法施行規則第89條の2参照)。継手は應力の異なる箇所を避くべきは勿論であるが、又多數の継手を一断面に集中することは好ましくないので必ず亂とせねばならぬ(第48圖)。

鉄筋の継手を抵抗溶接に依つて衝合せて接合することは推奨すべき方法である。この場合施工が完全なることを要する。

梁端或は柱脚等に於て鉄筋を柱或は基礎に碇着する場合には碇着長さを



充分ならしめ且つ礎着部コンクリートの剝離を起さざる様注意すべきである(第48圖)(市街地建築物法施行規則第89條参照)。

鉄筋相互間の明きは、継手部分に於ても、コンクリートの填充に支障なき様充分(鉄筋径の2倍且つ3cm以上)大ならしむることが必要である。

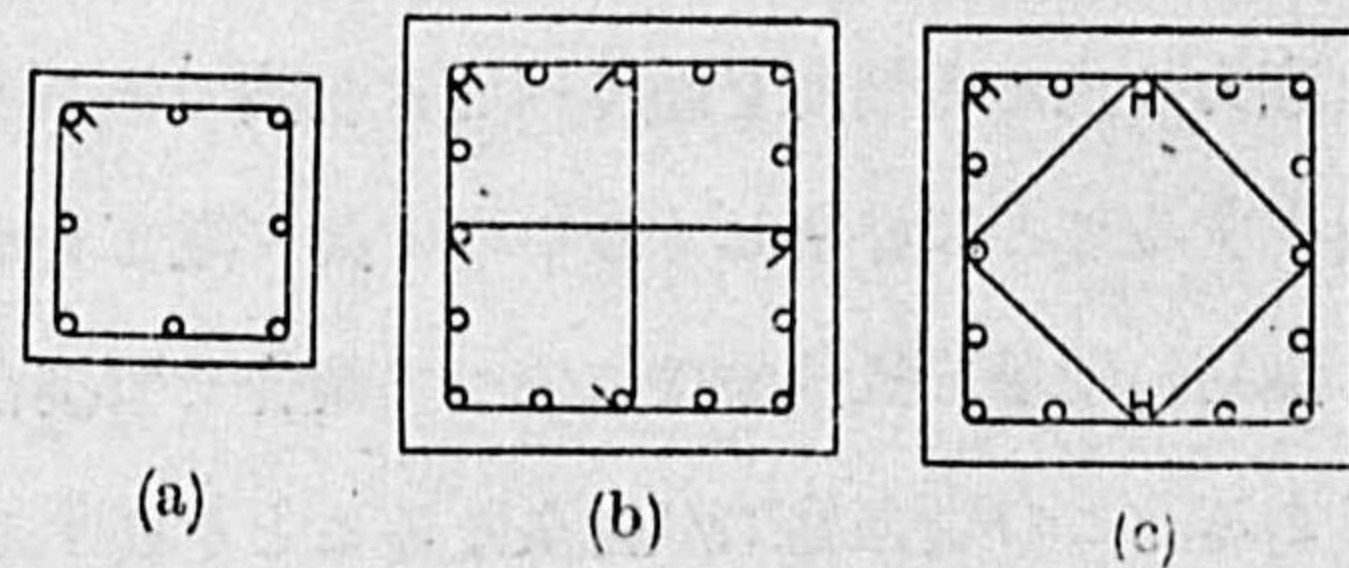
被りを成るべく大とすることは防錆上からも防火上からも望ましいことである。然し一方重量を増す原因ともなるから版にありては2cm, 柱, 梁にありては4cm, 基礎にありては6cm程度となすべきである(第49圖)(市街地建築物法施行規則第92條参照)。

3. 柱

柱の主筋は相當の太さ(16mm以上)とし、且つ相當の數(4本以上にして相互間の間隔が15cm以下)、相當の量(鉄筋比0.8%以上)たることが望ましい(市街地建築物法施行規則第91條参照)。

帯筋(第50圖a)は剪斷補強以外に柱の壓縮強度を高むる上にも重要な役割をなすものであるから、その間隔を密に(少くとも主筋直径の15倍以下)且つ主筋外周を完全に取巻く様に置配し(市街地建築物法施行規則第91條参照)、コンクリートの膨みに依り弾けぬ様にする事が望ましい。大なる柱にありては主筋外周のみならず、内部にも帯筋を配しコンクリートの膨みを阻止する考慮が必要である(第50圖b, c)。

梁との仕口部分に於ては帯筋を省略し勝ちであるが、この部分に於ては梁筋末端の礎着を要する場合が多く内部コンクリートを嚴重に取巻く必要

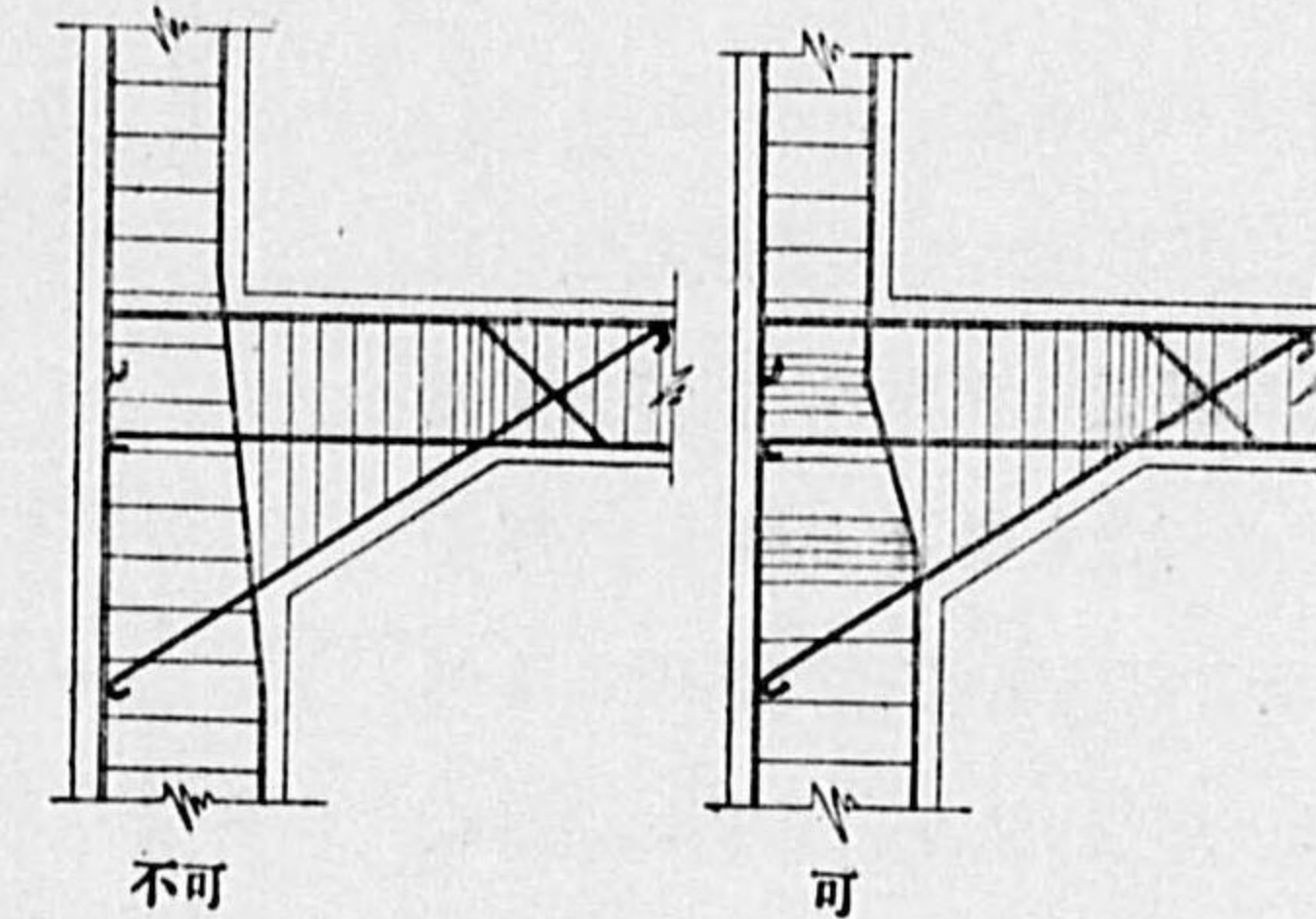


第50圖

があり、特に帯筋を密に配すべきである。

柱が上階に於て細くなる様な場合には主筋を梁との仕口内に於て曲げ終る様にすべきである。この場合特に主筋の彎曲部に對しては充分の帯筋を以て取り巻く必要がある(第51圖)。

純粹壓縮材の破壊壓縮應力度と純粹曲げ材の破壊曲げ應力度とを比較すると前者は後者よりも小さい。従つて外國では柱の許容壓縮應力度を梁の許容曲げ應力度より小としてゐるものが多い。然るに我國ではコン



第51圖

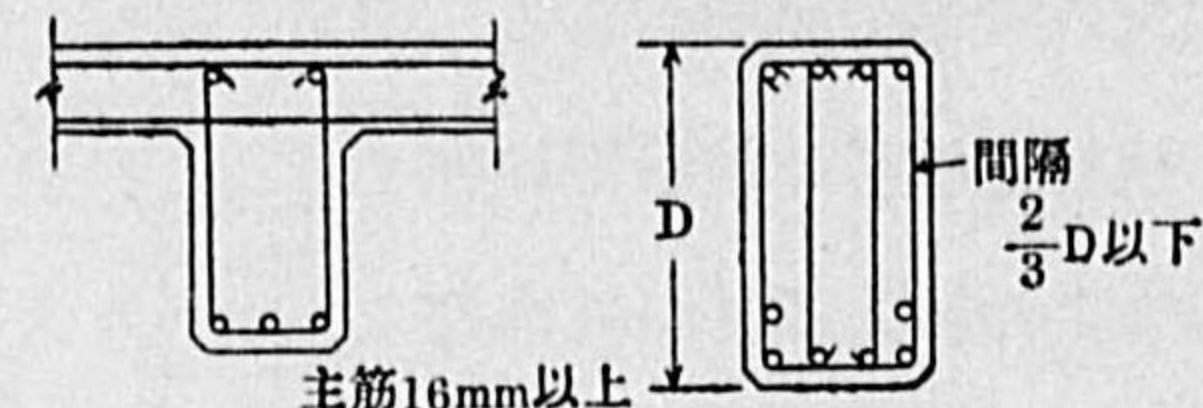
クリートの許容壓縮應力度を純粹壓縮に對しても曲げ壓縮に對しても均一に採ることにしてゐる。これは我國の建物の柱には地震力に起因して常に相當大なる曲げモーメントが起りその應力はむしろ曲げ材に近いからである。

純粹壓縮或はこれに類する應力を受くる柱に對してはこの點を考慮し、コンクリートの許容壓縮應力度を現行許容値の75%程度まで低下せしむる必要がある。

特別の場合として特に細長い柱(例へば材の最小径が長さの15分の1以下なる時)に就ては挫屈の効果を考慮せねばならぬ(市街地建築物法施行規則第91條及び建築學會編「鉄筋コンクリート計算規準」第20條第7項参照)。

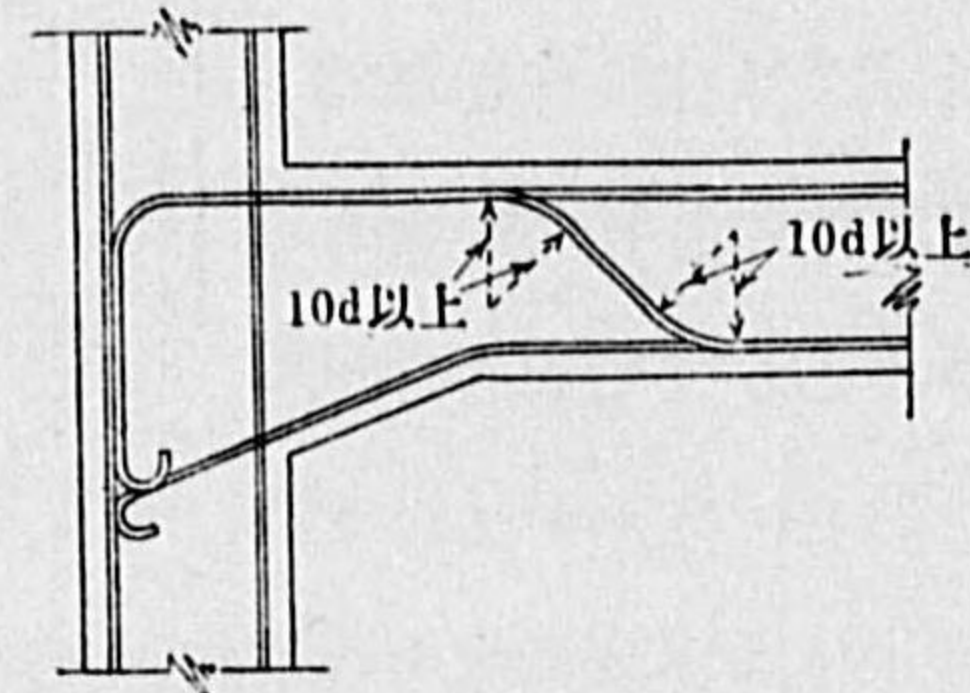
4. 梁

梁に於ては地震力に起因し両端に於ても中央部附近に於ても正負相反する曲げモーメントを生ずる場合が多い。この意味から主要なる梁に就ては全スパンに亙り複筋となさねばならぬ(市街地建築物法施行規則第90条の2参照)。主筋の径は相当大なる(16mm以上)のものとすることが望ましい。



第 52 圖

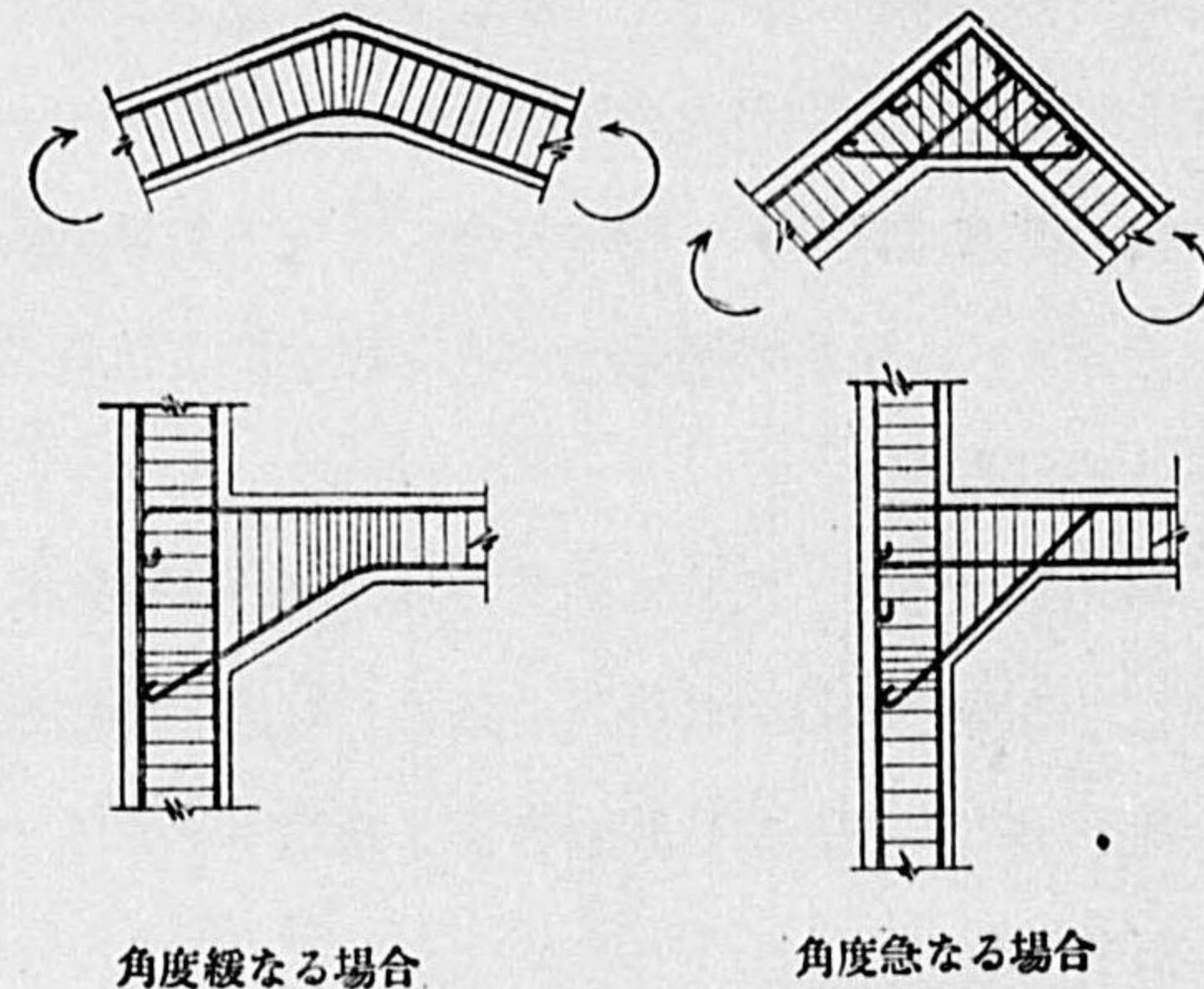
肋筋は主として剪断補強の爲めに配置されるが、計算上補強の必要な場合と雖も相等密(全丈の 2/3 以下の間隔)にすることが望ましい(市街地建築物法施行規則第90条の2参照)。



第 53 圖

肋筋は引張側鉄筋を包み壓縮側端部鉄筋まで連結せしめる必要がある(第52圖)。

折曲筋を剪断補強に利用することは有効な手法である。この際曲げは緩か(鉄筋直径の10倍以上の内径)なる方がよい(第53圖)。鋭く曲げる時は鉄筋は應力の作用に依つてコンクリート中に喰ひ込



第 54 圖

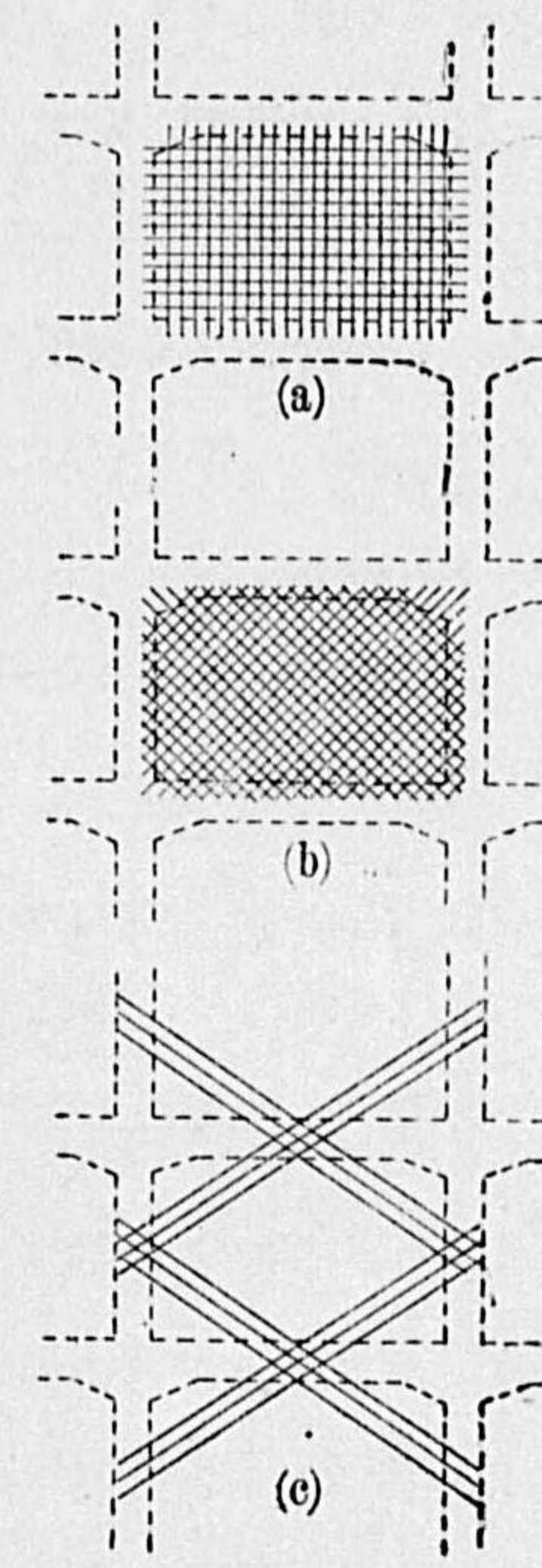
みコンクリートを裂く虞れがある。

彎曲せる梁(例へば階段梁)或はハンチ部分等の隅角部の内側に於て引張力を受くる鉄筋は隅角部の角度緩かなる時はこれを曲げ補助筋を以て脱出を防ぐことも可能であるが、角度急なる場合には脱出を阻止し得ないから鉄筋を曲げずに真直ぐに延ばしコンクリート中に碇着すべきである(第54圖)。

### 5. 壁 體

**配筋上の注意** 壁體は地震時に於ては剪断力を受けるから一般に相當量の鉄筋を以て補強することが望ましい。殊に強剛たるを必要とする剛壁にあつては壁の厚さは少くとも 20cm 以上とし必ず複筋となすべきである。その補強鉄筋形式には次の如きものがある。

- (1) 縦横に配筋することは(第55圖 a)最も一般に行はれてゐるものである。施工の簡易な點に特徴がある。
- (2) 45° 方向に交叉して配筋する方法(第55圖 b)は施工上幾分煩雜ではあつても補強形式としては a 圖の形式に比して優秀である。即ち本形式に依れば鉄筋が a 圖の形式と等量の場合に壁の變形が著しく減ぜられる結果壁體の剪断耐力が増大されることになる。出來得る限り剛壁の配筋は此の形式に依るべきである。

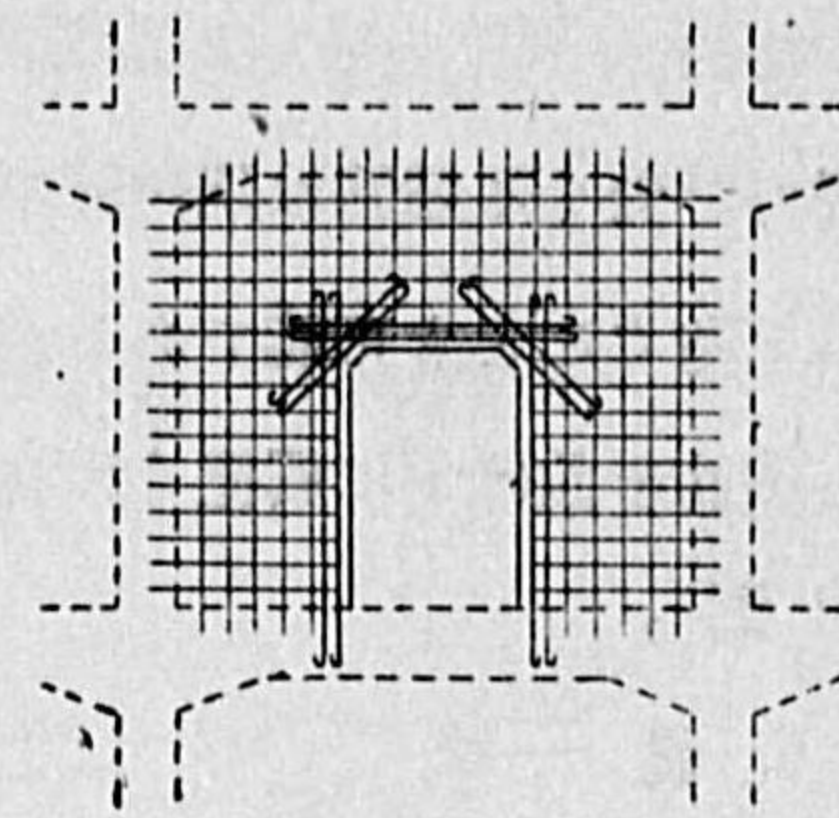


第 55 圖

(3) 大なる剪断力を受くる場合には前記2形式を組合せて使用する場合がある。

(4) 時には第55圖eの如き配筋様式のものも用ひられるが鉄筋量不足のため此の形式を以てしては強力なものは得られない。

壁體に開口を有する場合には開口部周圍に充分の配筋をなし尙隅角部には斜狀筋を配するが肝要である(第56圖参照)。



第56圖

**計算上の注意** 剛壁は地震時に於て主として面内に剪断力を受くる版として働く。従つてその補強筋の計算は剪断力を對象として行ふことになる。この計算は剪断應力度が均等に分布するものと假定し、細部は曲げ材の剪断補強に準ずればよい。剪断應力度がコンクリートの許容剪断應力度以下であれば特別の補強を要しないことになるが、收縮龜裂に備へて相當の複筋補強をなすは當然の配慮である。

猶通常寸法のものでは膨み挫屈に對する特別の考慮を要しない。

## 6. 床版

床版は主として鉛直荷重に依る曲げ應力(所謂平版應力)を受くるものであるが、地震力に依つて更に面内の剪断力(所謂平面應力)をも受けることがある。従つて平版としての補強と共に平面應力に對する考慮が必要である。

床版の厚は8cm以上、主筋は直徑9mm以上とし、床荷重に對して適合する如く配置するは勿論、更に剪断力に對して考慮し、4隅に火打様に斜狀筋を置くことは好ましきことである。特に大なる剪断力を受くる剛床

に就てはその厚を大にし、且つ又前項壁體中剛壁に關し述べた配筋上の注意に準據し、鐵筋を配置すべきである。

床版を貫通するコンクリートの收縮龜裂は打繼ぎや鐵筋の少い所に發生するがこの龜裂は剪断力を傳達する上に弱點となる。コンクリートの打繼ぎは成るべく鐵筋量が多く應力の小なる處に設くるがよい。打繼ぎ部分に鐵筋を追加挿入することは龜裂防止上有效な手法である。

猶床板に小梁を配して區劃を小とすることも龜裂を防止する上に効果がある。

## 第3節 應力計算上の注意

### 1. 弾性

應力計算に當つては構造物を弾性體と見做し、コンクリートに對する鋼のヤング係數比を10と假定することが今日の標準である(建築學會編「鐵筋コンクリート計算規準」第10條参照)。

### 2. ラーメン

ラーメンは材の中心線にて代表せらるゝものとする。柱梁等の接合部は一般に極めて剛で、曲げに依つても材の交叉角が變化しないから剛節ラーメンと考へてよい。ハンチを有する場合には接合部の變形は極めて微小である。従つてラーメン解法に當つては各部材を全長可撓なものとせず、その端部に剛域即ち變形せざる剛壓區域ありとして取扱つて差支へない。但しこの場合、柱梁の長さを減じた縮小ラーメンを以て計算するものもあるが、それは許されぬ方法である。

### 3. 床版

水平力に依る各部應力の計算に當つては、床を剛なるものと見做してよい。又同一層内の各部の剛性があまり不均等ならざるものにては、層は力方向に捩れることなく平行に變位するものと假定してよい。

即ち、床の可撓性をも採り入れて計算することはあまりに煩雜であるから、變化せざる剛なものと假定する。又、同一層の各部の剛性、即ち柱の剛度、剛壁の配置等の偏せざるものでは捩れを考慮しないのである。

#### 4. 剪斷力分布係數

各層の剪斷力は、立體的に配置された有壁無壁の各ラーメンの各柱、各壁によつて分擔支持される。各柱各壁の負擔する剪斷力の算出に當つては、これ等の剛性を推定し、これに比例して全剪斷力を按分比例する方法が一般に行はれる所である。この場合各柱、各壁の剛性に比例する數を剪斷力分布係數と呼ぶ。

これ等の剛性は不靜定構造の特性として、その層に於ける柱、梁等の剛比關係、壁體の寸法のみならず、周圍全般の構造關係特に基礎條件等に支配され且つ又外力の分布状態にも影響されるものである。従つて嚴密に云へば地震力に依つて起される變形に相似なる變形状態を推定して各柱、各壁の剛性を求め、これに比例する數を以て分布係數となすべきである。然しこの様な嚴密な分布係數の算出は實際問題として極めて困難なので次に示す様な略算法が一般に行はれてゐるのである。

即ち無壁ラーメン及び有壁ラーメンの分布係數は、その層にある各柱、各壁の分布係數の和とし、それぞれラーメンの負擔剪斷力は全剪斷力をそれぞれの分布係數に按分比例して求めるものである。

ラーメン柱の剪斷力分布係數の略算としては、ラーメン又は柱部分への剪斷力分布を假定し、環境條件を簡單にして定むる方法が採られてゐる。

第 57 圖の如く周圍の材の反曲點が何れも材の中央にあるものと假定し、一樣な剪斷力を受くる時の關係を利用して求むるが如きはその一方法である。建築學會編「鐵筋

コンクリート計算規準」第 15 條の如きはこの特例である。

壁體<sup>1)</sup>の或る層の分布係數はその有壁ラーメンが受ける剪斷力分布を假定して

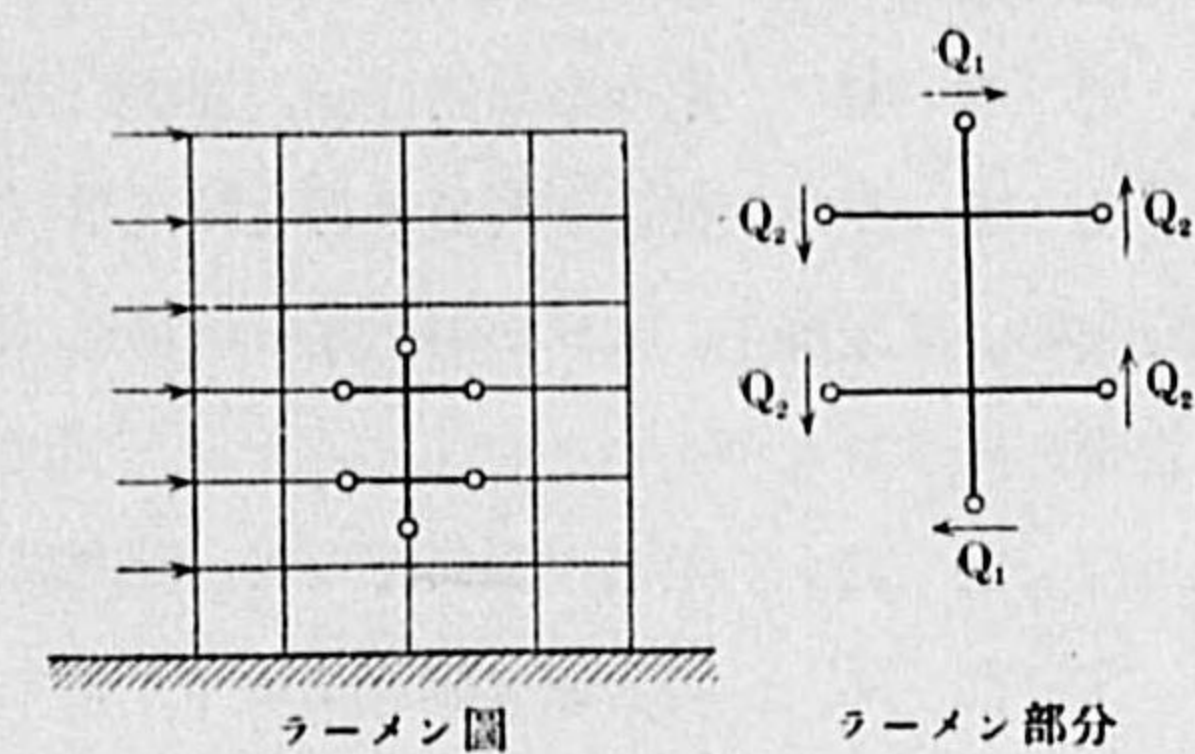
これを算出することになる。

壁體はその幅が廣いので嚴密には彈性學的に變形を考慮しなければならない。

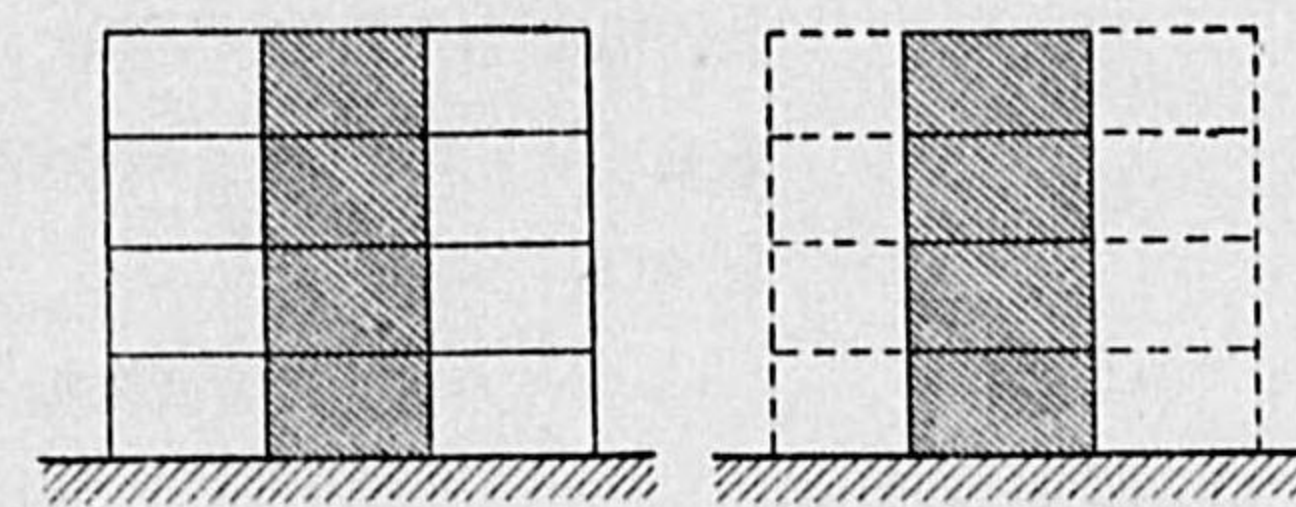
略算として壁體のみを取

り出し、荷重分布を假定し片持梁の變形理論に従ひ剪斷變形と曲げ變形とを考慮して、分布係數を定むる方法もある(第 58 圖)。

然しこれとても實用としては餘りに煩雜であるので更に假定を設けて簡單化せるものもある。建築學會「鐵筋コンクリート計算規準」第 15 條第 5 項にはこれ等に関する略算規定があるが、實用上はこの程度の計算法を以て満足せねばならない。



第 57 圖



第 58 圖

1) 以下に壁體と云ふ場合には壁の柱、壁と一體となつたものを指すこととする。

## 参 考 文 献\*

## 1. 全般に関するもの

- 佐野利器 家屋耐震構造論, 震報, 第83号甲乙  
 内藤多伸 架構建築耐震構造論(単行本)  
 佐野利器 武藤清 家屋耐震並に耐風構造(高等建築學 第26卷)

## 2. 震害に関するもの

- 佐野利器 桑港の震災と火災, 建雑(明39.6) P. 378  
 山下壽郎 鉄骨煉瓦造及鉄筋コンクリート造の震害に就て, 建雑(大12.11) P. 442  
 永田愈郎 大正12年震災に於ける鉄筋コンクリート造建築物被害調査報告, 建雑(昭2.5) P. 325  
 同 鉄筋「コンクリート」造被害調査報告, 震報, 第100号丙上 P. 211  
 土居松市 「コンクリート」被害調査報告, 震報, 第100号丙上 P. 333

## 3. 骨組に関するもの

- 谷口忠 鉄筋「コンクリート」架構の振動実験, 建雑(昭3) P. 151  
 武藤清 鉄筋コンクリート材の振動に関する考察, 建雑(昭6.12) P. 1961  
 田邊平學, 外2名 耐震壁に関する研究(第1報~第4報), 建論(昭8.4, 9.4, 10.3, 4) P. 241, 306, 263, 326  
 棚橋諒 壁體の開孔に依る剛度効率の減少に関する實驗的研究, 建論(昭9.4) P. 320  
 棚橋諒, 糸見正信 水平力の架構分擔比に関する理論的考察, 建論(昭12.12) P. 23  
 坂静雄 弾性範圍に於ける耐震壁の應力變形及剪力負擔, 建論(昭12.2) P. 16

\* 略稱につきましては第1章(P.31)参照。

- 坂静雄, 柿本清治 連層耐震壁の横力負擔, 建論(昭12.12) P. 13  
 坂静雄 連層耐震壁の横力負擔決定の別解法, 建論(昭13.4) P. 101  
 二見秀雄 鉄筋コンクリートラーメンL形隅角部(内側引張側)の實驗的研究, 建論(昭12.3) P. 54  
 4. 應力算定に関するもの  
 坂静雄 菱目配置の床梁をもつ鉄筋コンクリート床組について, 建論(昭10.4) P. 320  
 武藤清, 津路末次郎, 齋藤謙次 鉄筋コンクリートリブ床に就て, 建論(昭14.4) P. 151

## 第4章 鐵骨構造

### 總 說

鐵骨構造建物とは形鋼、平鋼の類を銲接又は熔接の類にて組立てた骨組を建物の主體となすものゝ總稱である。工場、倉庫等に見る様な屋根、壁面等の表面部分を除いては總て鐵骨を以て構造せらるゝ純鐵骨造の外に、鐵骨鐵筋コンクリート造及び鐵骨煉瓦造がある。

鐵骨鐵筋コンクリート造は、鐵骨を主なる骨組とし鐵筋コンクリートを肉とし、兩者の協力に依つてその強さを高めんとするもので廣く高層建築に用ひられる。鐵骨煉瓦造は、壁體に煉瓦積を用ひた鐵骨造で、その耐力は専ら鐵骨に頼るものである。

鐵骨部材は他の構造材即ち木材及び鐵筋コンクリート造部材に比して、その強さが著しく優れ、靱性に富み而も巨大なる部材も平易に構造し得るゝ特性を有してゐるもので、大規模な建物を耐震的ならしむるに最も卓越せる構造法といふことが出来る。

既往の地震殊に關東大地震について見ると、鐵骨造建物は割合に損害を受けることが少かつたと云ひ得る。即ち工場及び類似の平家建の建物に於ては構造が輕量なる點もあつて、殆んど被害は無かつた。たゞ丸の内に於て若干の大高層建築に於て特に大被害を見たのであるが、これ等は外國殊に米國流の設計方式をその儘採用したもので、骨組には水平力に對する考慮を缺き且つ壁體には煉瓦積を用ひたものであつた。中にも一大某ビルヂングは大地震の前年4月の小地震にも相當の損害を受けたので直ちに鐵筋

コンクリート壁を設け且つ鐵骨の筋違を挿入して耐震壁とし、これを補強したのであつたが、その數も僅少であり、徹底しなかつたので充分の効果をあげ得なかつたのである。これに反して日本獨特の設計方式に依り水平力に對して充分注意して設計された建物は、僅かに表面タイルの剝離を見た程度の被害に止まり、鐵骨造の耐震力を遺憾なく發揮したのであつた。

これ等の例に徴するも水平力に對して相當に考慮された鐵骨造は、關東大地震程度の地震に對しては勿論、更に相當激しい地震に對しても、その被害は輕微に止まり、倒潰等の憂ひは絶対に無いものと信ぜられる。これ鐵骨造が耐震上特に推賞せられる所以である。

斯くの如く強度上極めて優秀な鐵骨造にも耐久上耐火上には缺點がある。耐久上特に錆の發生又は腐蝕の處れある場合には、その對策として防錆塗料を施し、特別の場合にはアスファルトを塗裝する等の注意が必要である。耐火上の對策としては耐火的の被覆を施さねばならぬ。この目的に對してはコンクリートが最も適當である。今日の高層建物の構造法に、鐵骨鐵筋コンクリート造が利用されてゐるのは、強度の優れてゐる點と耐火性とに重點を置いてのことである。

### 第1節 構造計畫

#### 1. 高層建築

高層建築、殊に地上四層以上のものはその構造を鐵骨鐵筋コンクリート造となすことが望ましい。その帳壁として、煉瓦積を使用することは重量多く強度少く崩壞の處れもあるから外壁は勿論間仕切壁に對してもこれを避くべきである。本構造に關する計畫上の注意に就ては第3章鐵筋コンク

リート構造第1節に述べた所がその儘當てはまる。

## 2. 平家建

**概要** 工場及びこれに類する平家建に於ては用途上屋根、壁體等の構造材料として輕量のものを選定し得る場合が多い。これは地震力を減ずることとなり耐震的に好ましいことである。然しながらこれ等輕量の構造部はそれ自身に充分の強度を有せざるものが多いから、主要骨組は勿論、壁梁、組母屋、ブレース等を適當に配置し、構造に充分に注意して立體的に安定なる骨組を構成することが肝要である。

**主要骨組** 鐵骨構造全體の強度は専らその主要骨組の強度に依つて定まるものであるから、その形態の選定に就て充分の注意を拂ふは勿論その強度計算に當つても可及的に嚴密に處理すべきである。殊にこの種の建物は工場地帯、概して地盤の軟弱なる敷地に建築せらるゝこと多く、基礎の不同沈下を避け得ざる場合が多いから、これに伴ふ二次的の應力に就ては綿密なる注意が必要である。

一般に靜定骨組を採用すれば、この點安全である。構造上の關係にて不靜定骨組となる場合にも成るべく不同沈下に順應し得る様な形式を選定することが望ましい。例へば二鉸式アーチにて、基礎上にピン支承を設け左右のピンの間に繫を設くる等の形式に依る時は、基礎に沈下ある場合と雖も骨組に致命的な二次應力を生ずることの避けることが出来る。

他の構造とは異り鐵骨造に於ては容易に靜定構造物を造り得るのであるから、二次應力を虞るゝ場合には寧ろ不靜定の骨組とすることを避ける方がよい。

不靜定骨組を採用し、柱脚を固定と見做して計算することは特に地盤の堅硬なる場合で無い限り正しいものとはならない。

**壁體** 壁體に就ては壁面に直角な風壓力に對する強度を有するものたるは勿論地震時の面内應力に對しても充分の強度を有するものであらねばならぬ。即ち、間柱、胴椽等の配置、形狀、構造等に注意すると共に強力なる筋違を適當に配して剛壁となすの必要がある。

**ブレース、組母屋** 屋根面には適當にブレースを配し、面内應力に對し充分の強度を與へる必要がある。

組母屋その他ブレースの類は骨組を立體的に連繫する上に缺くべからざるものである。平面骨組を主體として構造する場合には動もすればこれ等を輕視し勝ちであるが耐震上、耐風上必要なるのみならず、常時に於ても骨組の面外への挫屈を防ぐ効果のある重要なものである。

## 3. 大スパン構造

最近 40m, 50m 又はそれ以上の大スパンの鐵骨造建物が、或は獨立して或は連續して建築せられてゐるが、斯くの如き大スパンのものは特に入念に計畫するの要がある。規模小なる場合には部材としても大いさに自ら餘寸があり、又壁體、屋根等通常その強度に依頼せざる部分にも潜在する強さがあるから、建物全體として相當の餘力を有するのが常である。然るに大スパンのものに於ては、部材の寸法も特に必要以外に出ること無く屋根及び壁體等の構造部分の強度も比較的微弱となり、建物全體として強度計算外の餘力を有せざるに至るを常とするが故である。

更に溫度應力もその規模が大なる爲めに相當の影響を與へるものである。又基礎の不同沈下も建坪が廣範圍に互る關係上意外に大なる場合が起り得るから特に注意を要する。前項に述べた靜定骨組の採用がこの場合特に重視されるのである。

## 第2節 構造上の注意

## 1. 概説

鐵骨構造の主なる材料たる壓延鋼材は勿論、鑄鋼品、鍛鋼品その他凡て日本標準規格に合格するものを用ひねばならぬ。

鋼材は木材、コンクリート等に比較すると一般に品質が均齊であるが、材料の出所不明のものには時に粗悪なるものがあるから、その検査に當つては綿密なる注意を必要とする。

施工に當つては材料切斷、罫線、穴繰、組立、鉚締、熔接等の現場作業に於ても、運搬、建方、鉚締、熔接等の現場作業に於ても、充分の注意を拂ひ作業の確實を期することが最も必要である。

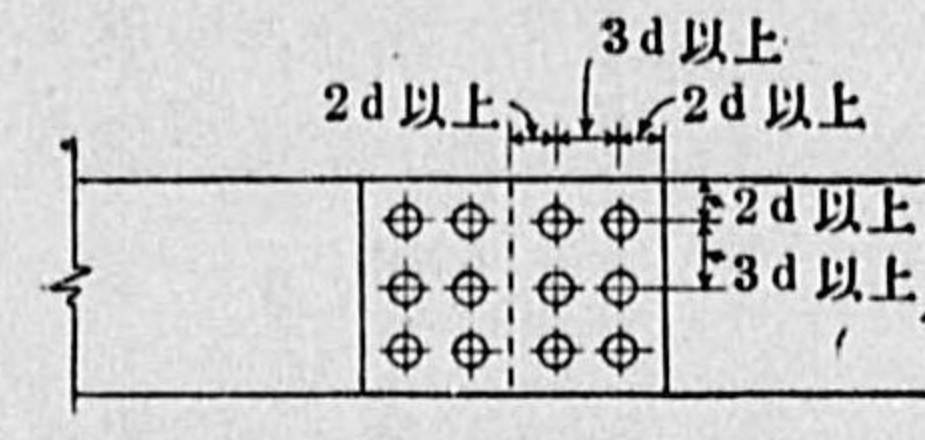
## 2. 鉚

鉚はその原料たる棒鋼の選定に注意し、鐵筋用丸鋼等と混同せざる様配慮すべく、又鉚打に當つては、過熱又は冷却を避け、鉚孔を充分填充し、且つ鉚頭に狂ひなき様なすべきである。

鉚徑としては個々の鋼材の厚さに應じ適當なる大いさのものを選定すべきである。又その長さは鉚打に際し、充分に鉚孔を填充し得るものでなければならぬ。接合すべき板の總厚が大なる場合（鉚徑の5倍以上）には耐力遞減の虞れがあるから、その鉚數を増加する等の注意が必要である。

鉚の配置、即ち距離、間隔は施工に支障無く鉚の機能を十分に發揮し得る様にこれを定むる事が必要である。而してその配置には材の應力を無理無く傳ふる様考慮すべきである。

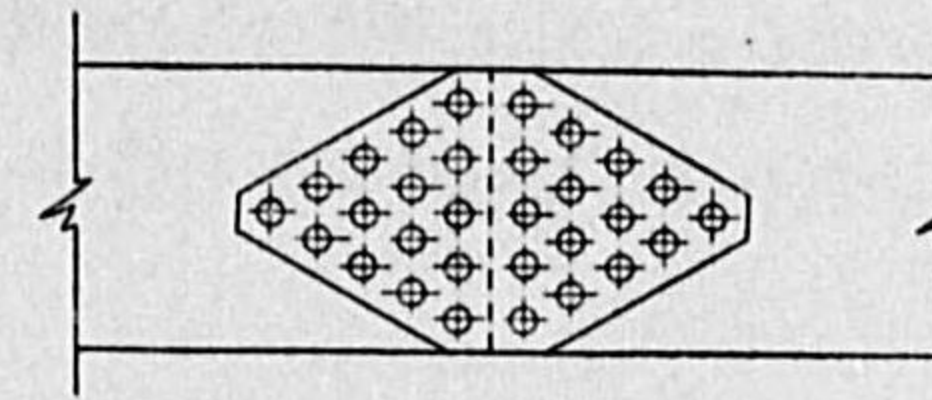
一般に力方向の鉚距離は直徑の3倍以上、端鉚中心より材端までの距離



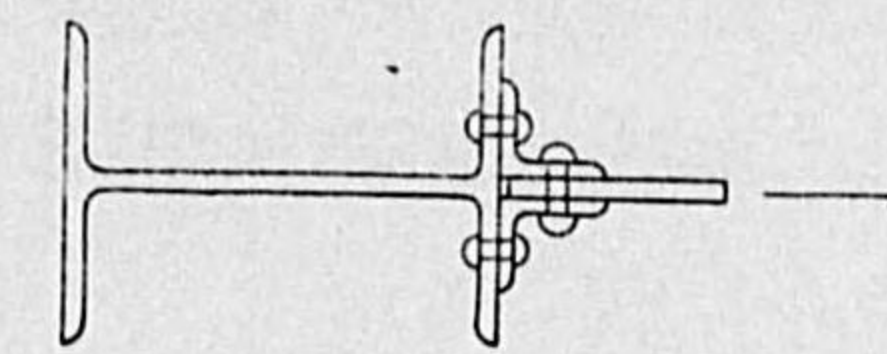
第59圖

は2倍以上となし、力と直角方向の鉚間隔は3倍以上とすることが望ましい（市街地建築物法施行規則第83條参照）。猶後者の鉚間隔は鋼板の強度に對する算定から定まる場合もある（第59圖）。

力方向に並ぶ一列の鉚數多きに過ぐる時には、鉚が均等にその應力を負擔し得ざる場合がある。これを避くる爲めには鉚列を増し或は材の斷面を徐々に變化せしむる等の手段を講ずることが必要である。止むを得ざる時には鉚數を適當に増して鉚の負擔を輕減することも一策である（第60圖）。



第60圖



第61圖

鉚を單剪斷（一面剪斷）として使用することは輕微なるものを除いてはこれを避け、常に複剪斷（多面剪斷）として使用すべきである。又鉚はなるべく引張を受けない様に使ふことが望ましい。止むを得ず鉚が引張力を受くる様に使ふ場合（例へば接合山形鋼を使用する如き場合）には偏心力となることが多い（第61圖）。斯る場合には鉚數を増し、或は厚い接合山形鋼を用ひ又はこれをリブにて補剛して中心荷重となす、等の注意を要する（本節7参照）。

鉚孔徑が過大となることは徒らに接合材を毀損することゝなり望ましくない。穴繰りに當つては充分の注意を拂ひ、日本標準規格第39號に示す鉚孔徑に準據する様注意すべきである。

作業の關係上鉚打を爲し得ない場合にはボルトを以て代用するも亦止む



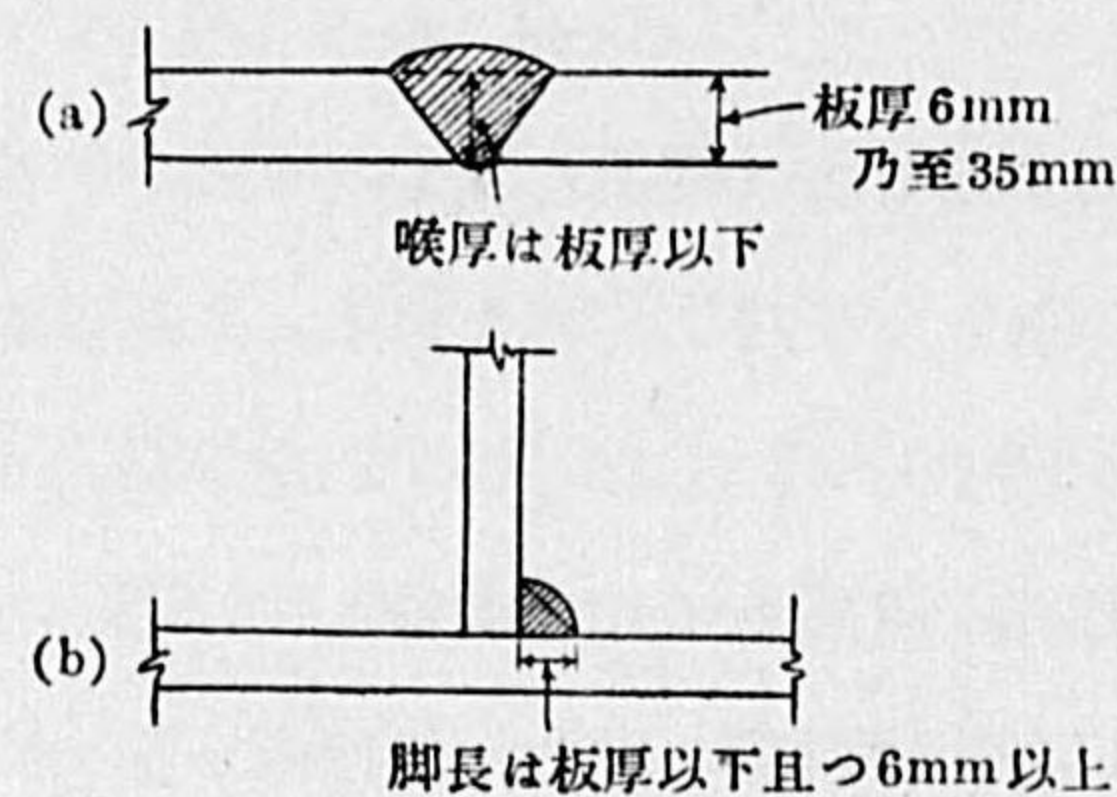
を得ぬ處である。但しこの場合には必ず磨ボルトを使用し、周壁に密着する様穴繰りに注意せねばならぬ。

### 3. 熔 接

熔接を以て接合することは接合材を缺損せざる點より見れば最良の工法と云ふことが出来る。

建築構造物に使用する熔接法としては現在のところ、ガス熔接とアーク熔接との2種類がある。ガス熔接は特に小規模のものにのみ使用せられるが、アーク熔接は規模の大小を問はず一般に推奨されるのである。

熔接構造物の安全度は熔接の施工の良否に支配される故、熔接機電極棒及び熔接工の選定に就ては嚴密なる規準に従ひ、設計に就ては各般の事項を充分に考慮し、作業に就ては綿密なる注意を拂ひ熔接の完全を期すべきである。



第 62 圖

且つ 6 mm 以上をなすことが必要である (第 62 圖 b)。

力方向の隅肉熔接の長さが大なる時には、各部の應力が不均等となる虞れがある。引張又は壓縮材端部ではこの意味からその長さを喉厚の 40 倍以下となすべきである。他方熔接の長さが過小となるのは宜しくない。少くとも 40 mm 以上となすことが望ましい。

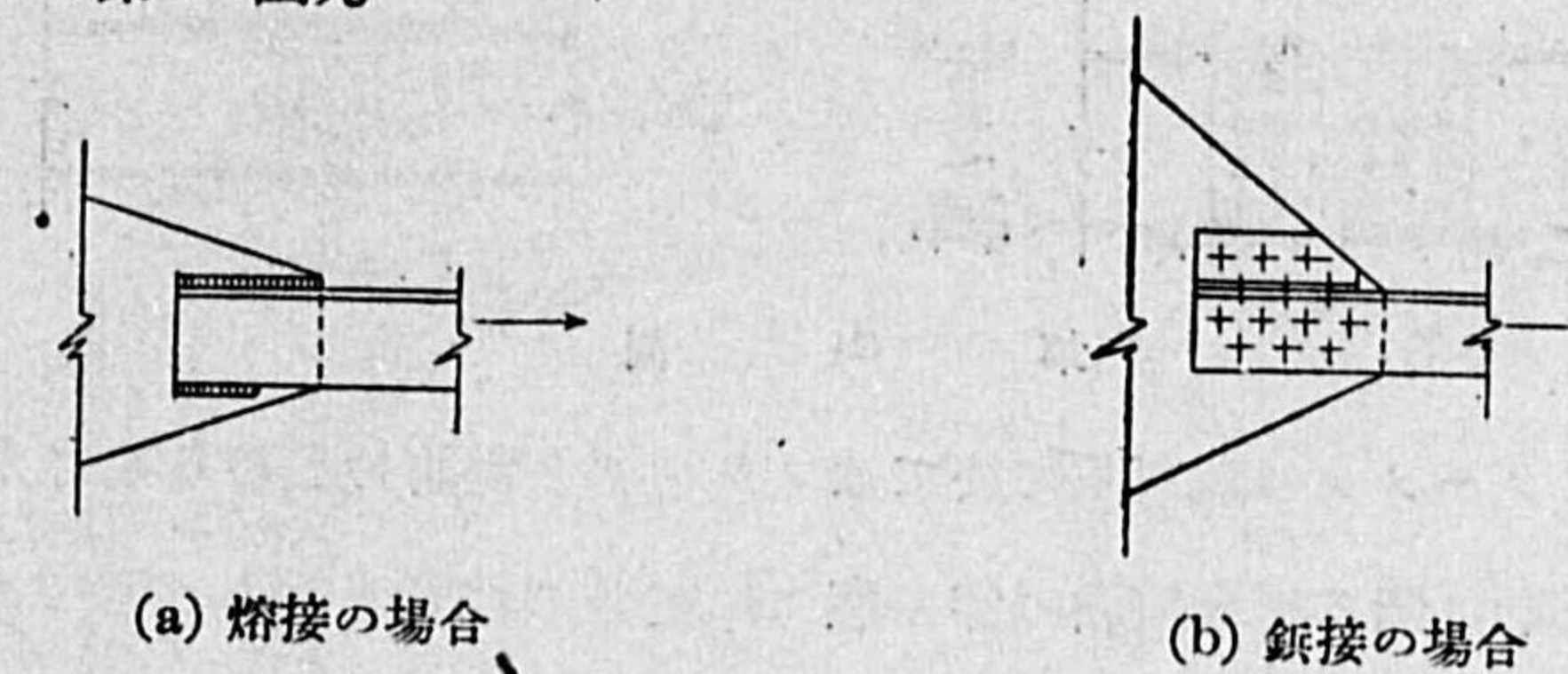
熔接せんとする構材は熔接に適する材質たるべきこと勿論である。その厚は一般に 6 mm 乃至 35 mm 程度のものたることが望ましい。熔接の寸法は衝合熔接にありては板厚に等しく (第 62 圖 a), 隅肉熔接にありては脚長を板厚以下

設計に當つては熔接作業の困難なる箇所を生ぜざる様注意し、特に上向熔接を避くる様にすることは強度を確保する爲に絶對必要なことである。

### 4. ト ラ ス

**節點** トラスの類に於ては各部材の材軸 (重心線) が節點に於て一點に會する様に注意すべきである、偏心ある時は各部材に曲げモーメントが起り、著しく不利となる。

同時に又材端の接合鉄群或は熔接の抵抗力の中心は材軸と一致せしめる必要がある。これが爲めには熔接の場合には隅肉の長さを以て、鉄接の場合には添山形鋼を用ひ配列鉄数を以て應力中心を調整加減することが有利である (第 63 圖)。



第 63 圖

**引張材** 引張材に就てはその有効断面として適當に鉄孔を控除せねばならぬ。地震力の方向如何によつては引張材も壓縮材となる場合がある。よくその應力の變化に注意して設計する必要がある。

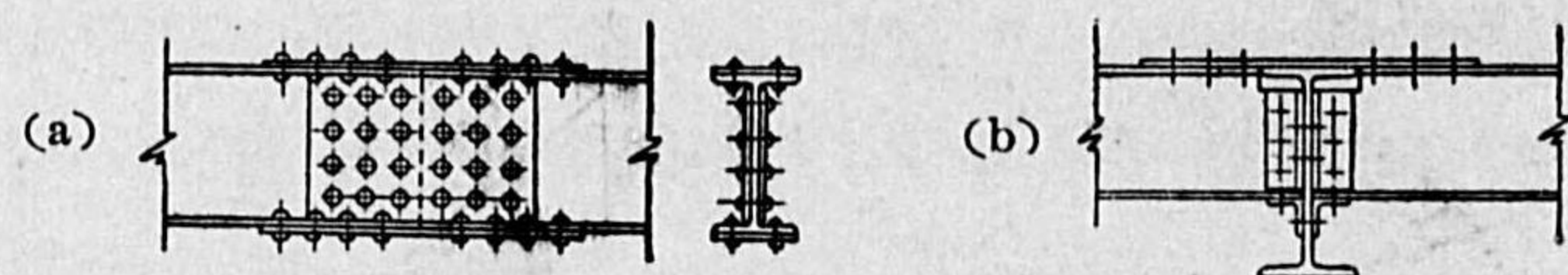
**壓縮材** 壓縮材としてはその挫屈に注意を要することは勿論である (市街地建築物法施行規則第 84 條参照)。組立材の場合には各個材が充分にその力を發揮し得る様組方に注意すべきである。例へば L 形壓縮材に於ては中間數箇所に於て各所 2 鉄以上を以て個材を接合すべく、又ラチス材等に於てはその細長比に應じ適當なる剪斷力を採り組方に充分の強度を與ふべ

きである。

猶トラス弦材等に就ては、トラス面外への挫屈に對しても注意すべく、その支點は筋違、組母屋等を以て十分に補剛するの注意をなすべきである。

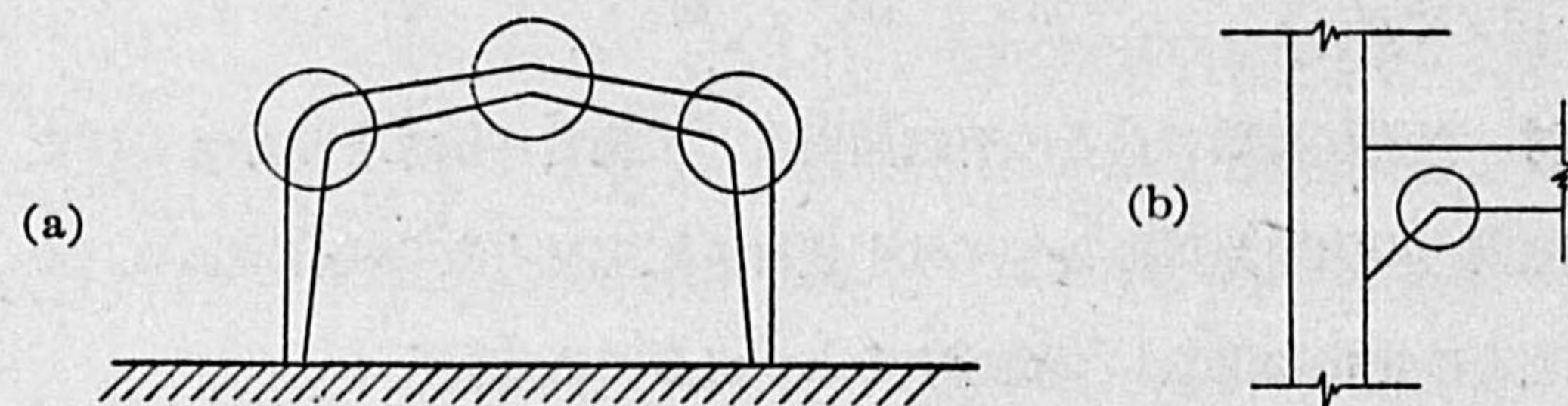
5. 梁

**継手** ラーメンを構成する梁の継手及び仕口は充分の強度を保有すると共に又充分の剛度を備へ連続性を保持し得るものたることが望ましい。継手に於ては梁と略同断面の添材を用ひてその全強を傳へ得る様銲接又は熔接を施すことが必要である(第64圖 a)。小梁が大梁を通じ連続梁として連絡する場合も亦同様である(第64圖 b)(仕口に就ては本節7参照)。



第 64 圖

**彎曲部** ラーメンの隅角部に於てはフランヂを彎曲せしむる場合があるが(第65圖), 斯る場合彎曲に伴ふ應力に充分の注意を拂ふべきである。

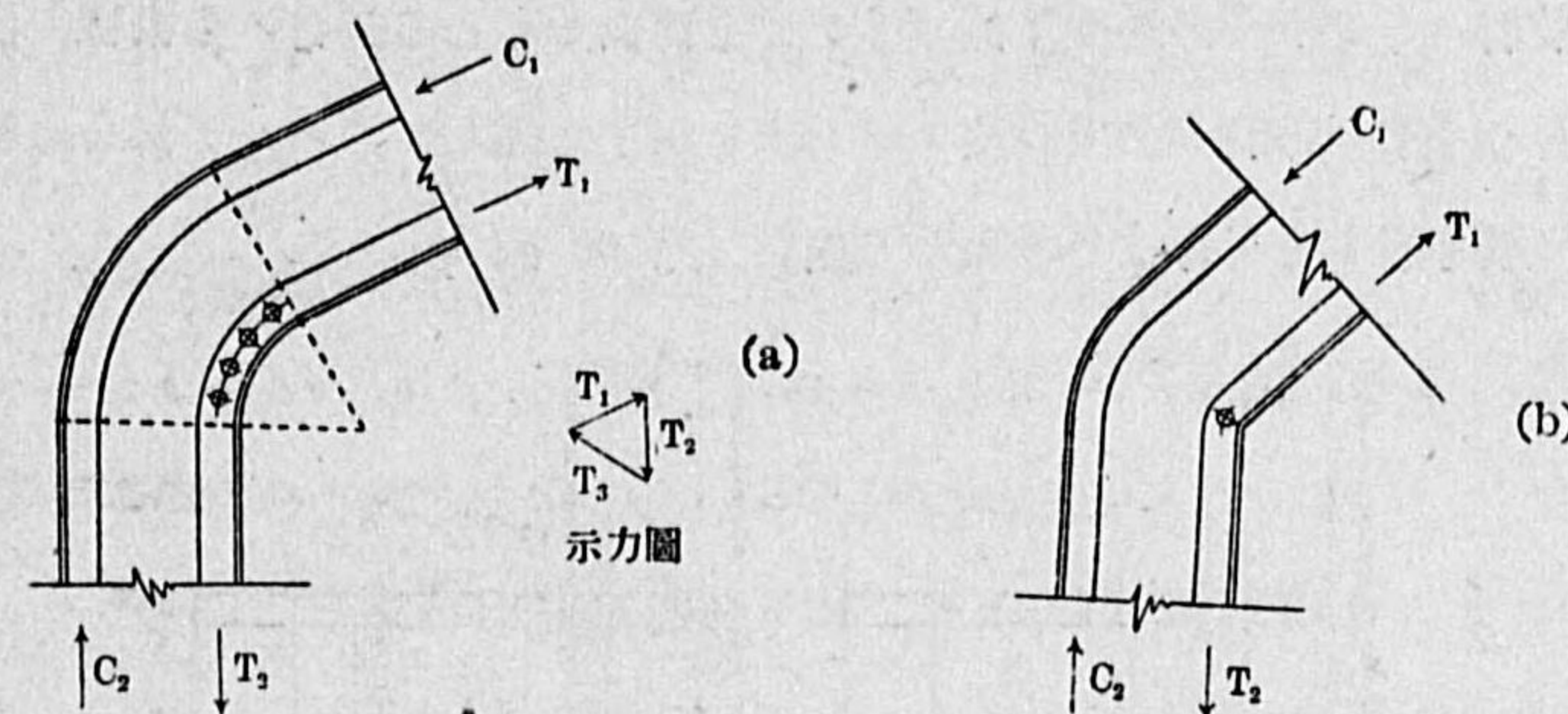


第 65 圖

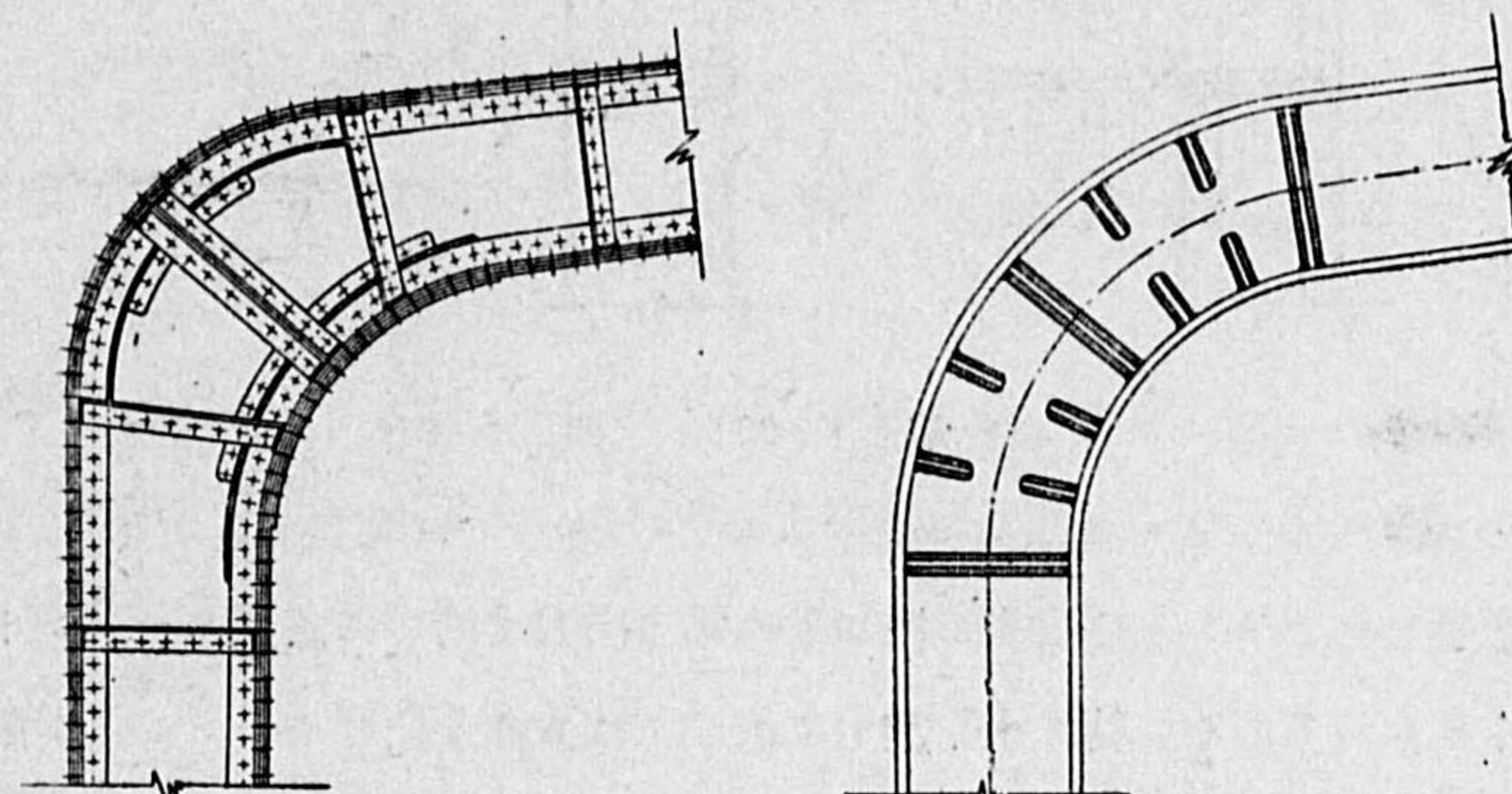
フランヂを彎曲せしむる時はフランヂ應力の方向變化に應じて第66圖(a)の示力圖に示すが如き遠心力又は求心力を生じ、彎曲部銲又は熔接の應力が大となる。彎曲部フランヂの曲率半径が小となるに従ひこの應力は愈々大となる(第66圖 b)。依つて該曲率半径は小なるを不可とするが相

當大なる場合にも猶特殊の補強方法(第67圖 a,b,c)を講ずる必要がある。

又ラーメンの彎曲部に於ては曲り梁としての注意が必要である。即ちフ

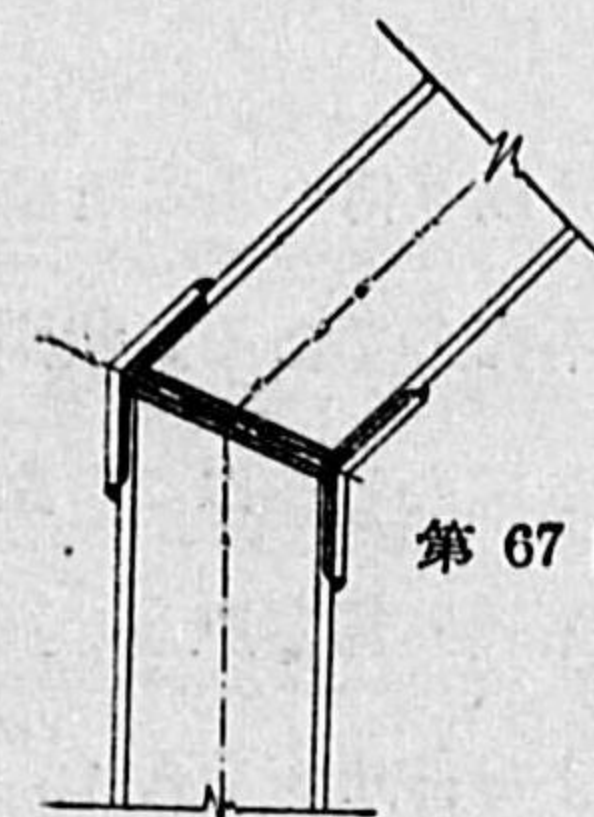


第 66 圖



第 67 圖 (a)

第 67 圖 (b)



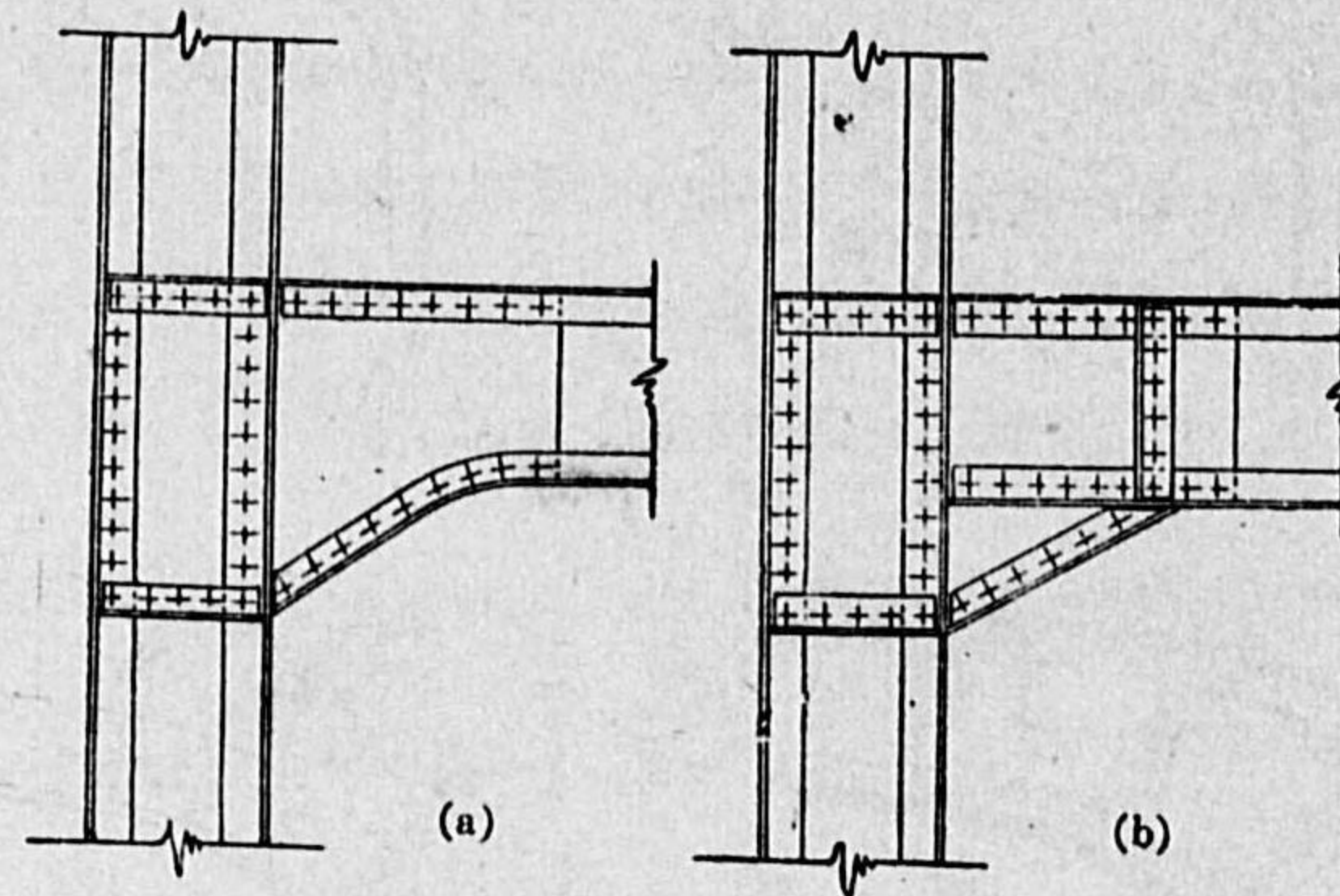
第 67 圖 (c)



第 68 圖

ランヂ内側に於ける應力の集中を計算に採り入れ、又フランヂ板の曲げ變形に對する計算並に補強をなす等これである(第68圖)。

梁端ハンチ部分に於て下側フランヂを彎曲せしむる場合にも同様の注意が要る(第69圖a)。但し該フランヂを水平に通して、ハンチ部分に別に山形鋼を附する場合はこの限りで無い(第69圖b)。



第 69 圖

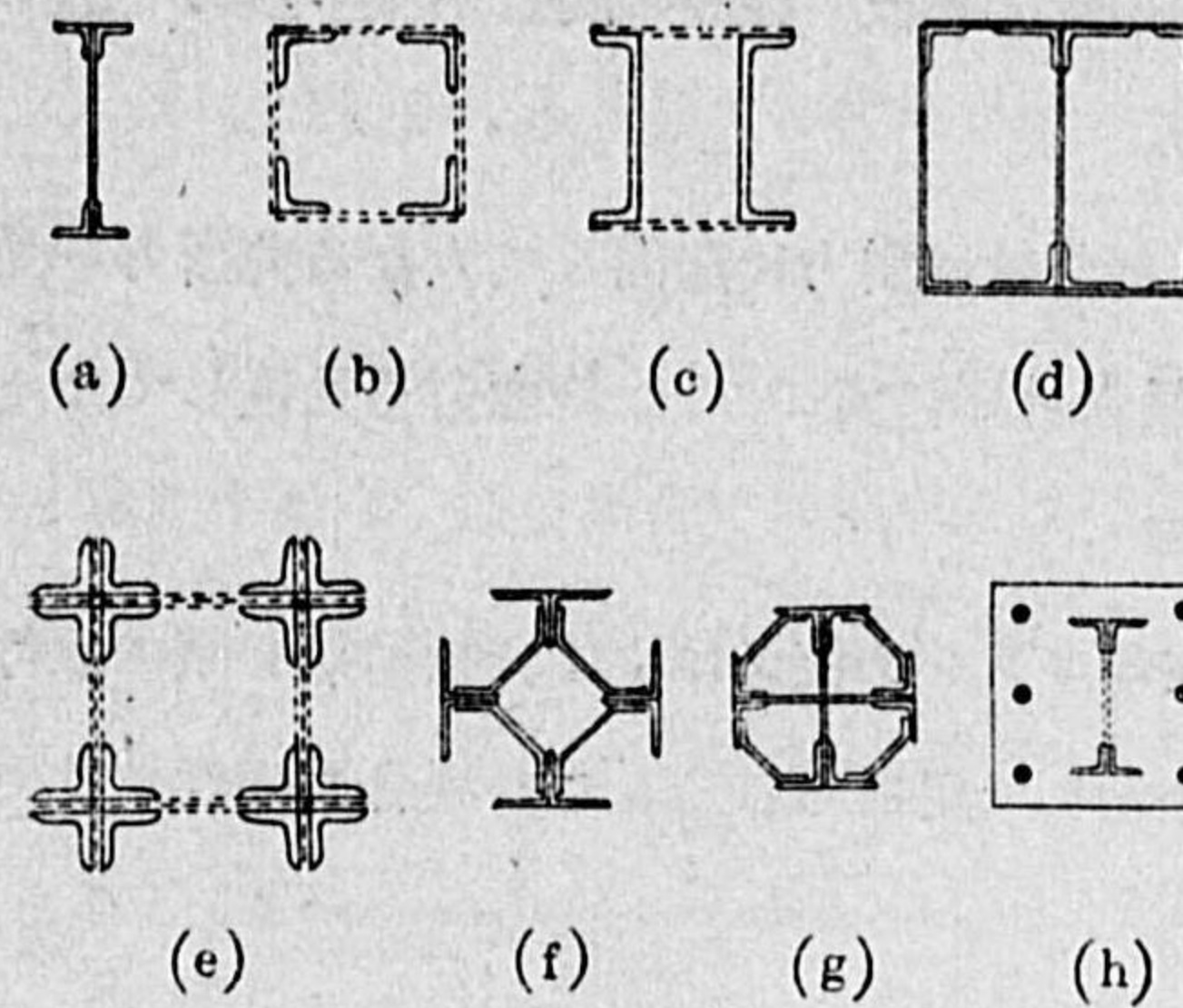
### 6. 柱

**継手** ラーメンを構成する柱は常に軸方向力と同時に曲げモーメントを受くるものである。特に水平震力に依つては大なる曲げモーメントが起るから、その継手に就ては前項梁に於けると同様に曲げに對して充分の注意を拂ふ必要がある。

外國に於ては壓縮力の大部分を柱材の直接接觸に依り傳へることになつてゐるが、地震に依る應力を考へる時はそれでは不充分である。我國に於て全應力を接合添材に依つて傳ふことを原則としてゐるのはこの點の配慮に基づくものである(市街地建築物法施行規則第85條参照)。

**材形** 柱には壓縮力と共に大なる曲げモーメントが作用するので、その

材形としては斷面積が大なるのみならず斷面係數の大なるもの即ち材丈の



第 70 圖

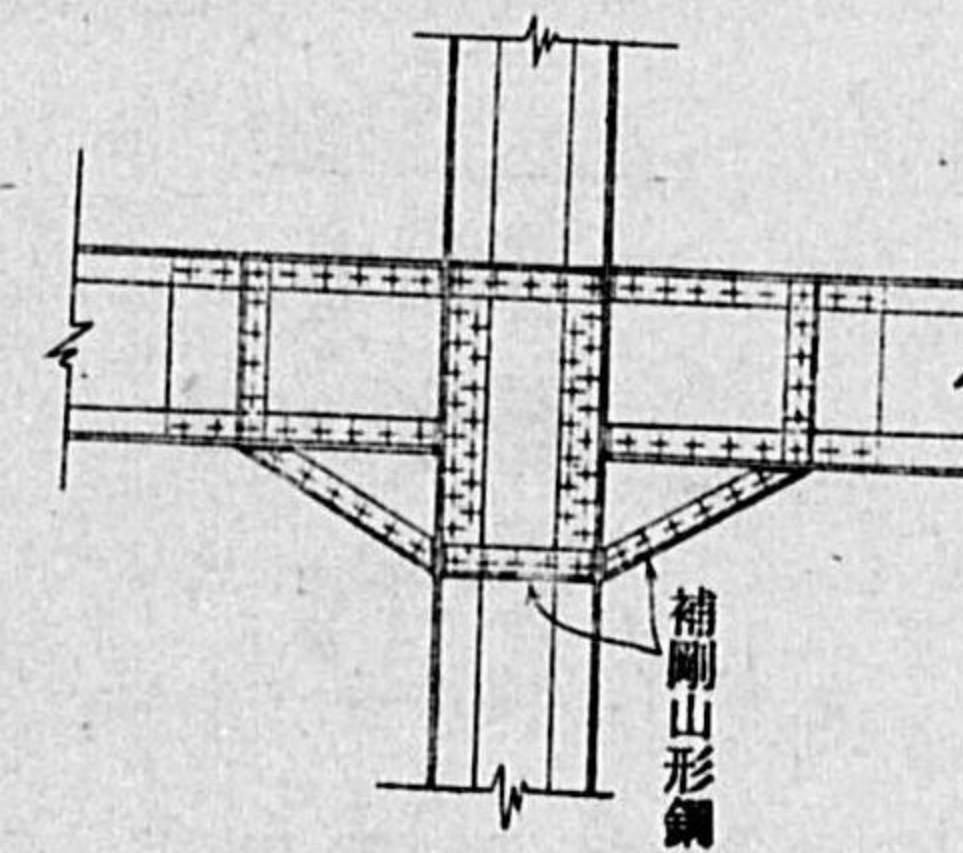
大なるものが用ひられる。高層建築に於ては各方向の震力に耐へしめる關係上、柱は通常縦横2方向の曲げモーメントに備ふべきこととなり必然的にその斷面はH字形又は□字形とせねばならぬ場合が多い。尙材形の選定に當つては梁との仕

口をも考慮すべきは勿論である。第70圖は數個の例を示したものである。

### 7. 剛節仕口

**概要** ラーメンに於ける柱梁の仕口は曲げに對し充分の強さと剛さとを備へる必要がある。通常採用せらるゝ方法には通しガセット板を用ふるものと接合山形鋼を用ふるものがある。前者は剛性に於ても強度に於ても後者よりも優るものである。

**通しガセット板を用ふる場合** 通しガセット板を用ふる方法に依れば最も簡単に強剛な仕口が得られるのである。但しこの場合、柱フランヂの銲列に依つてガセット板が著しく毀損せられることを考慮してその部分の強度計算に特に注意する必要がある。又この場合、ハンチ部分及び柱のウェブとなる部分



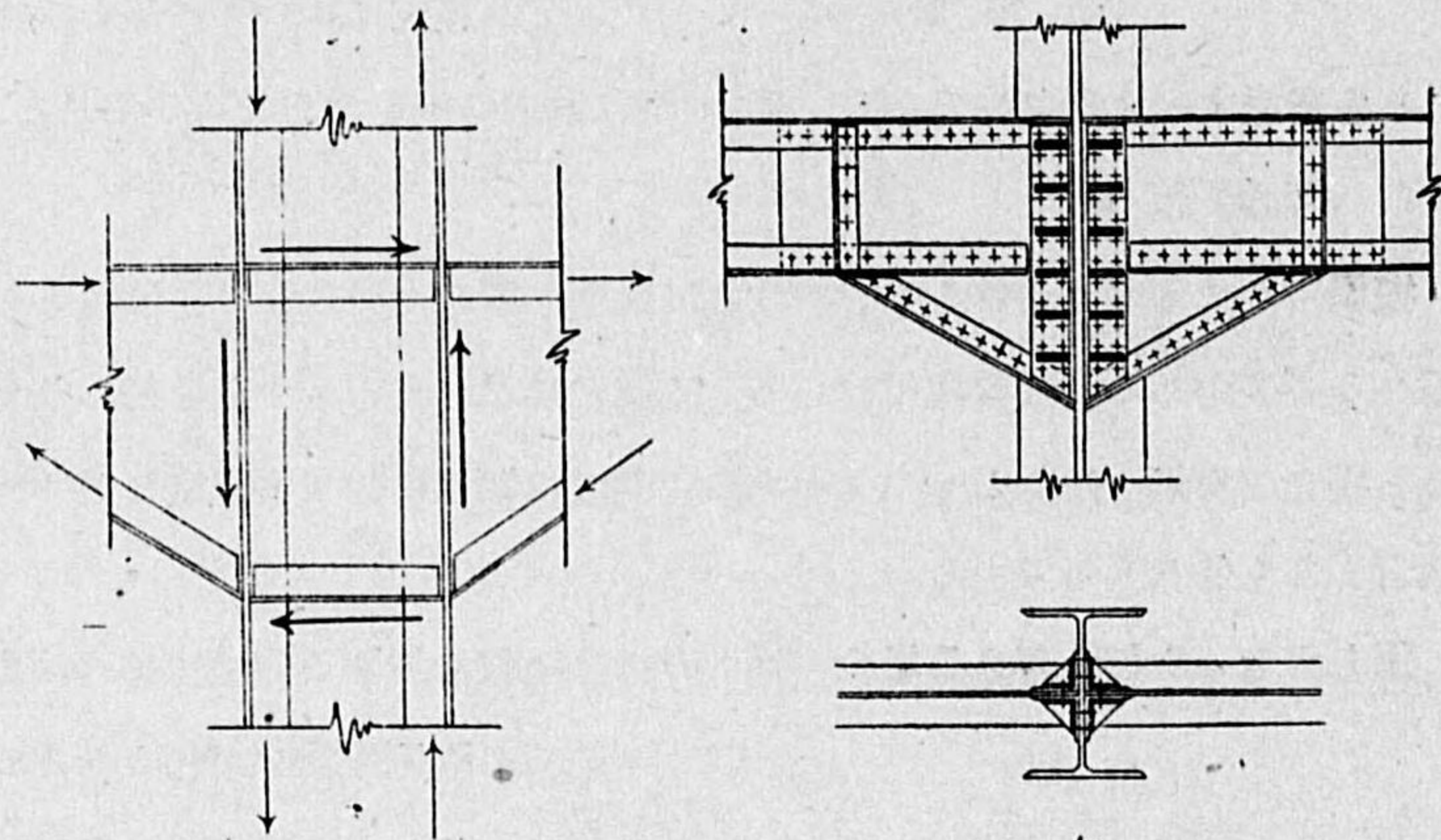
第 71 圖

も簡単に強剛な仕口が得られるのである。但しこの場合、柱フランヂの銲列に依つてガセット板が著しく毀損せられることを考慮してその部分の強度計算に特に注意する必要がある。又この場合、ハンチ部分及び柱のウェブとなる部分

には補剛山形鋼を附することも忘れてはならぬことである(第71圖)。但し鐵骨鐵筋コンクリート造の場合には板の柱屈の虞れが減るので必ずしもこの補剛材を必要としない。

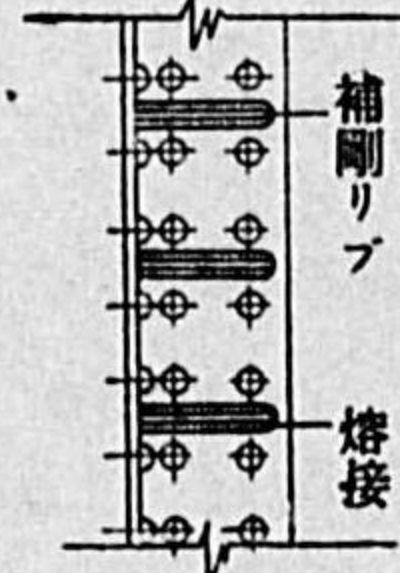
柱のウェブとなるガセット板部分は地震力に起因して大なる剪斷力を受けることが多い(第72圖)。強度計算に當つてこの應力を見逃してはならない。

**接合山形鋼を用ふる場合** 柱のフランジ板又はウェブ板に梁を剛に取付ける場合には接合山形鋼が媒介として用ひられる。この場合引張鉸に就ては特に注意を要する。



第72圖

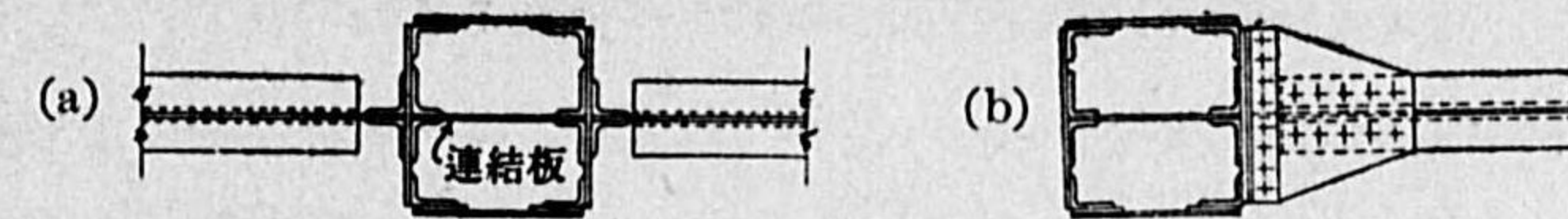
鉸には山形鋼を通して力が作用する關係上必然的に偏心的の引張力が加はることになり、鉸の耐力は著しく低下することになる。こ



第73圖

れを防止するには特に厚い山形鋼を用ひ、更に必要あるときは補剛リブを附する等の注意が必要である。又梁端が柱のウェブ板に取付けられる場合にはウェブ板が平板としての變形を起さざる様注意すべきである(第73圖)。

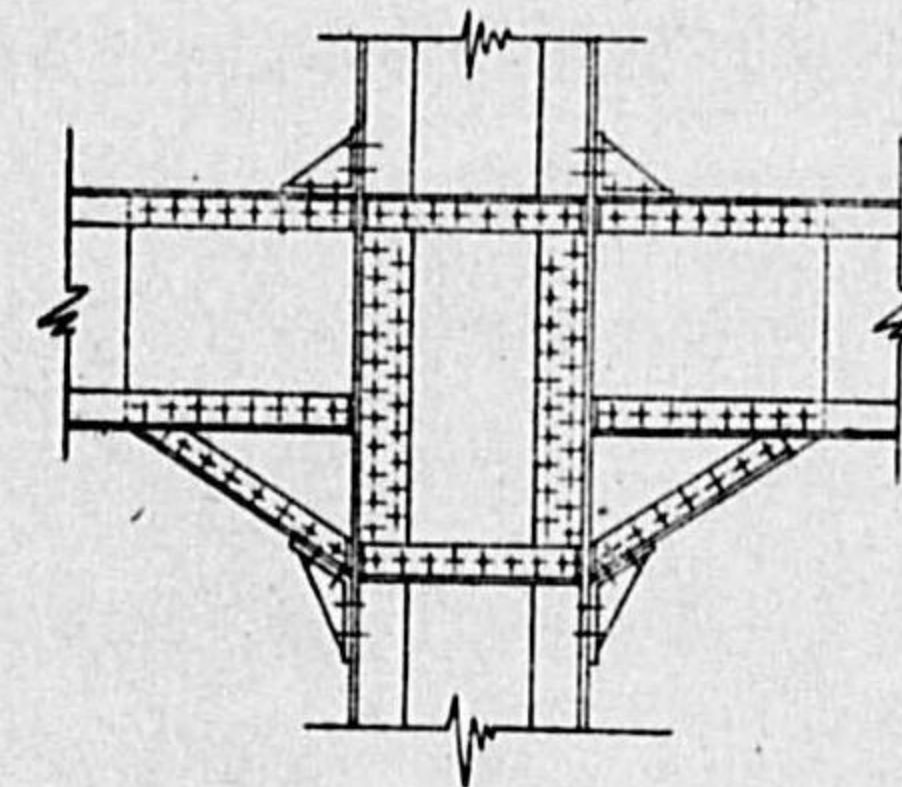
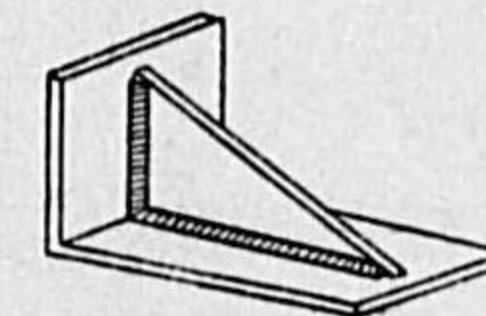
□字形の如き閉鎖形の柱に梁が取付けられる場合には柱の板が彎曲を來す虞れがある。斯る場合には梁ウェブ位置に連結板を設け(第74圖a)應力の傳達を圖る必要ががある。



第74圖

梁フランジ面に添板を置き水平に山形鋼を設け接合するも亦一案である(第74圖b)。

**補強金物の併用** 仕口部分に於て梁端の上下に特殊の補強金物を用ふることは強度を高むる上にも剛度を増す上にも効果がある。この場合金物は充分の剛性を有するものたるを必要とするのであつて、その補剛リブは缺くべからざるものと云ふ事が出来る(第75圖)。

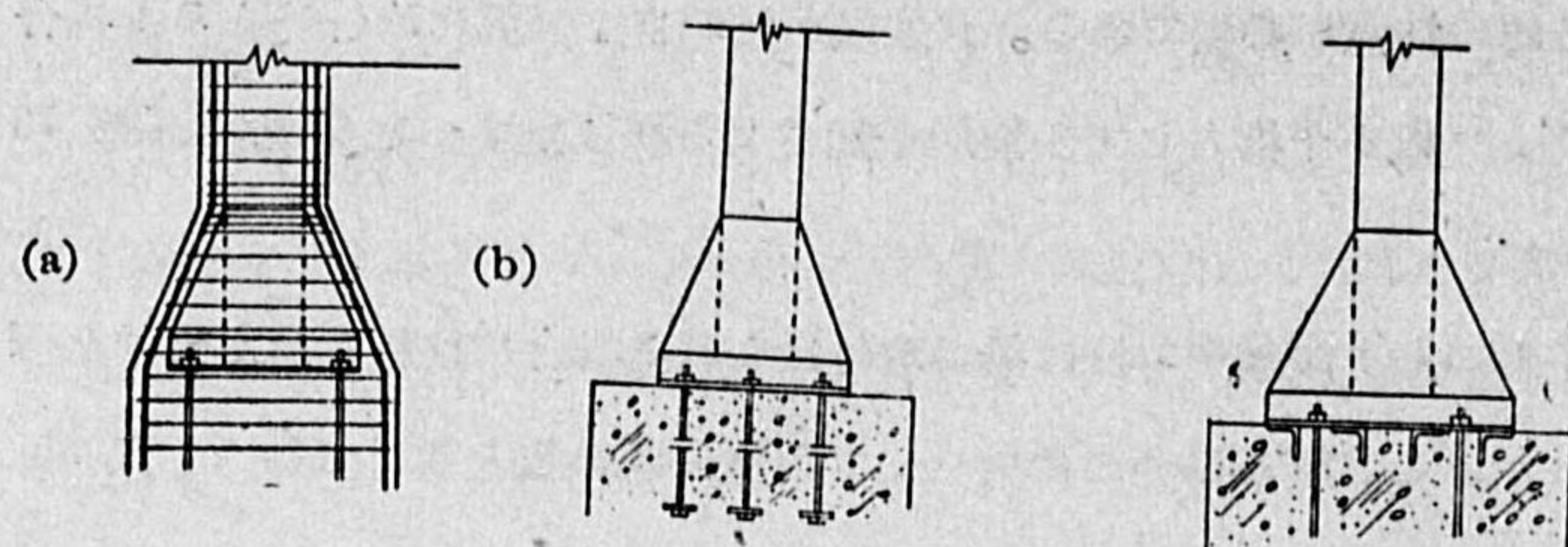


第75圖

8. 柱脚及びピン

**アンカーボルト** ラーメン柱脚の類を固定状態に保つためには充分のアンカーボルトを用ふるか(第76圖a)或はその周圍を鐵筋コンクリートを以て

包むことが必要である(第76圖b)。

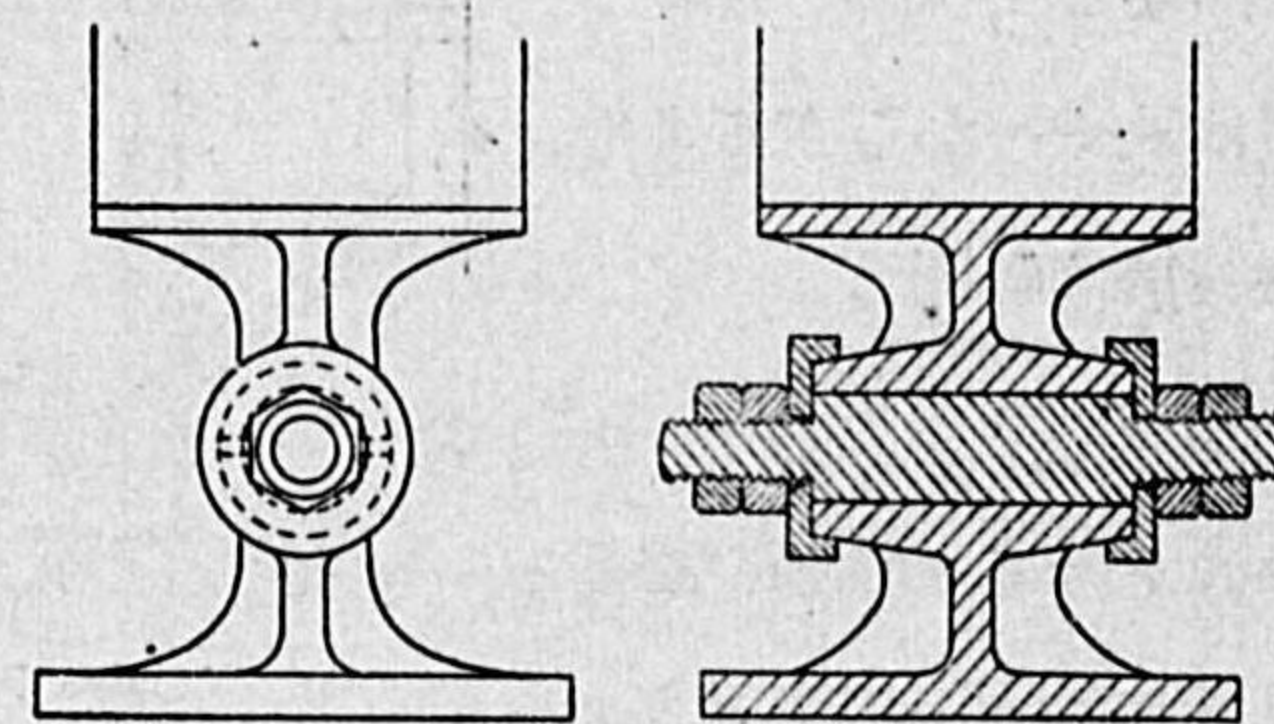


第76圖

柱脚に作用する剪断力は基礎下面の摩擦にて傳はるものであり、アンカーボルトの直接剪断に負擔せらるゝものではない。基礎底板下面に山形鋼その他を以て齒形を突出せしむることは剪断力に對して効果がある(第77圖)。

**ピン** 柱脚その他材端をピンとなす場合にはピン板を互に咬み合ふ如くし、又ピンが脱出せざる様二重ナット或は割ピンを用ふることが望ましい。

ピン部分を鑄鋼を用ひて構造し上下に相重ねる様な場合に、兩部分を單に重ねただけでは不充分である。ピンの兩端に蓋を設け地震時に兩部分が離脱せざる様になすが如き注意が必要である(第78圖)。



第78圖

ローラーの場合にも同様の注意を拂ふべきは勿論である。

### 9. 筋違その他

筋違としては、強度を有するのみでは不充分で一般に相當の剛性を有することが必要である。これが爲めにはその細長比を相當小さく(250以下の程度)することが望ましい。

輕微な場合又は引張元應力を加へ置く場合にはターンバックルの類を備ふるアイバーその他を用ふるも差支へない。

これらの端部の取付には充分の注意を拂ひ筋違の全強を發揮し得るものとする必要がある。

### 10. 鐵骨鐵筋コンクリート

鐵骨と鐵筋コンクリートを混用する場合、その施工に當つて特に注意すべきはコンクリートの打方である、梁フランヂ下端等に於てはその填充に充分の注意を拂ふべきである。

間隙の關係上鐵筋の配列には一般に困難を感じるものである。鐵筋の数が過大となりコンクリートの填充を妨ぐるが如きは不可である。

鐵筋の碇着に困難を感じる場合には鐵骨に孔を穿つて鐵筋を通し又は熔接する等の手段を講ずるを可とする。鐵筋コンクリートにて被覆する關係上鐵骨の挫屈に對しては特に考慮を要せざる場合が多い。剪断力に對してはコンクリートの協力を求め得るが故に格子梁、格子柱の使用も妨げないこととなる。但し梁に於てはコンクリートの填充不充分となりコンクリートの協力に期待し得ないこととならぬ様充分の注意をなすべきである。猶剪断力につき懸念ある場合には寧ろトラス梁となすべきである。

## 參考文獻\*

- 佐野 利器 家屋耐震構造論, 震報, 第 83 號甲, 乙  
 内藤 多仲 架構建築耐震構造論 (單行本)  
 警視廳 大正 11 年 4 月 26 日東京市内地震被害調査報告, 震報, 第 96 號, P. 22  
 内藤 多仲 鐵骨造被害調査報告, 震報, 第 100 號丙上, P. 185  
 同 鐵骨構造災害, 建雜 (大 13.1) P. 574  
 同 鐵骨構造の震害調査, 建雜 (大 14.4) P. 123  
 齊田 時太郎 地震動に依る家屋の振動觀測, 建雜 (大 15) 482 號 P. 418  
 同 丸の内ビルヂングの構造と振動, 建雜 (昭 2) 498 號 P. 965  
 内田 祥三, 齊田 時太郎, 武藤 清 東京帝國大學法學部, 文學部及經濟學部講義室鐵骨架構の振動觀測に就て, 地彙 (昭 4.4) P. 375  
 棚 橋 諒 日本赤十字社京都支部病院の耐震構造計畫, 建雜 (昭 10.8) P. 980

\* 略稱につきては第 1 章 (P. 31) 参照。

## 第 5 章 煉瓦構造

## 總 說

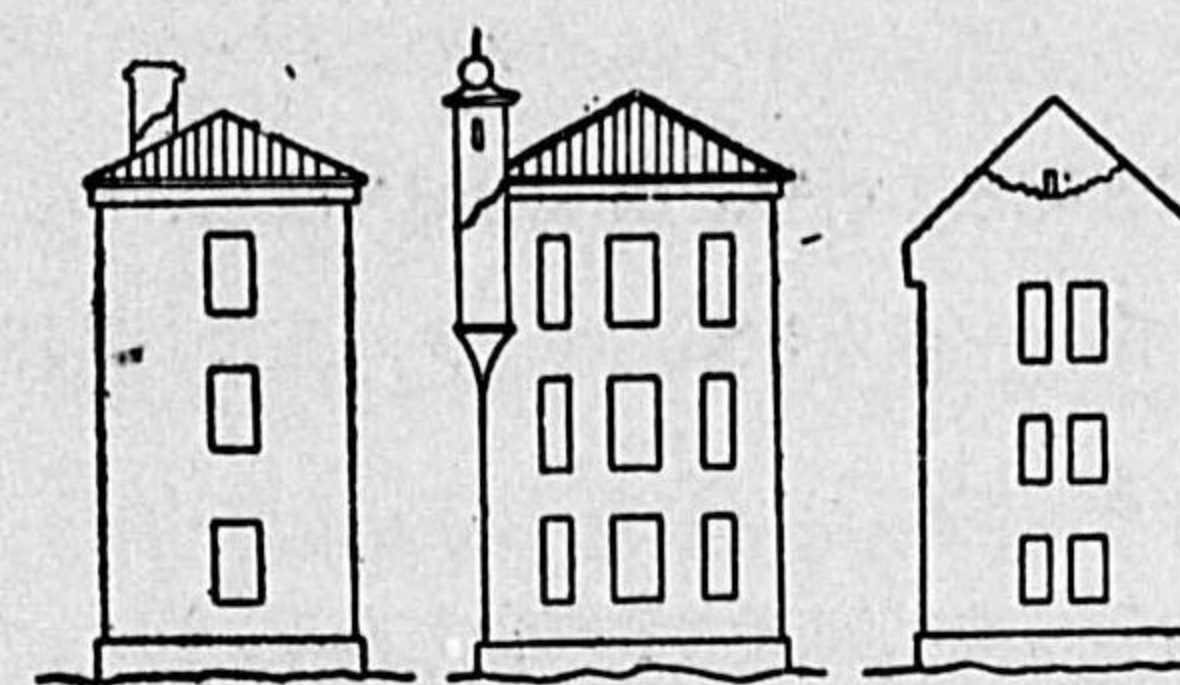
煉瓦造建物とは煉瓦積を以て壁體の主體と爲すものを言ふのであつて木骨煉瓦造の類は含まない。

煉瓦構造は重量が大であり、且つ材料の各種強度は剛性に比して頗る小であるのみならず、構造手法に於ても地震に對して有利でないが爲めに既往の地震に際して夥しい損傷を受けてゐる。

従來の經驗に徴するに、煉瓦構造は地震によつて概して次の様な被害状態を現はす。

(1) 壁體に附屬するものは一般に壁體自身よりも破壊し易い。

即ち壁體に龜裂を與へるに至らない程度の地震に於ても附屬物の破壊す



第 79 圖

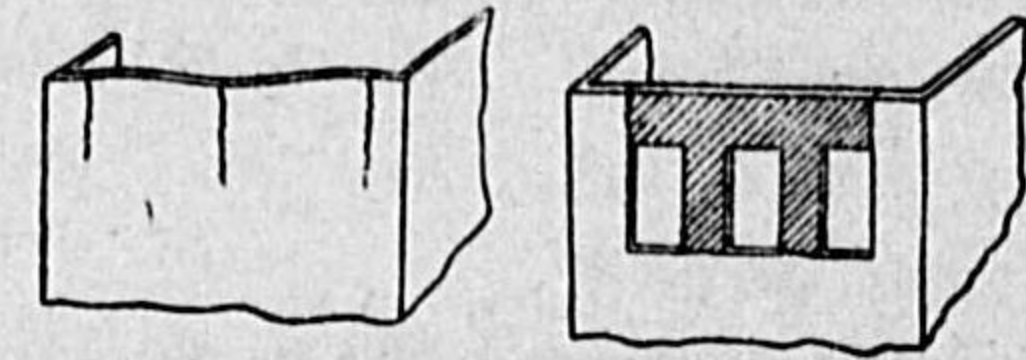
ることが甚だ多い。屋上煙突、塔、切妻壁等はその主なもので (第 79 圖) 軒小壁、軒蛇腹、張出椽、窓廻り、突出石材等も亦被害の多いものである、又これ等の破壊は壁體の龜裂を誘發す

る場合が尠くない。

(2) 屋根、床等が木造の場合には壁體は水平に荷重せられた曲げ材の如き破壊をなす。

即ち壁スパン中央部或は兩端部に曲げモーメントに依り引張側に鉛直方

向に龜裂を生じ、これと直角に交はる壁體にも亦固定モーメントに依り同様の龜裂を生ずる(第80圖 a)。

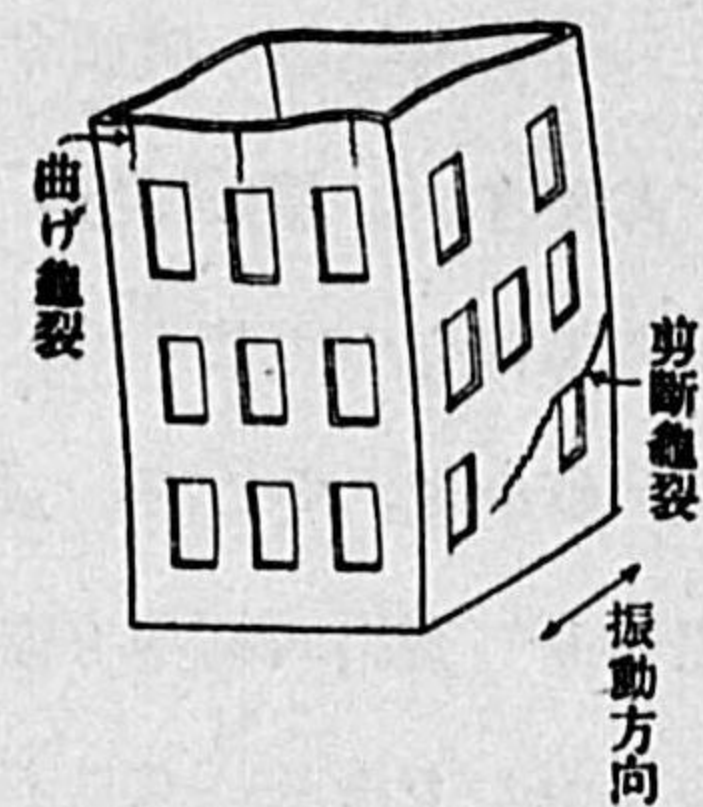


(a) 開口部の無き場合 (b) 開口部の在る場合  
第80圖

斯る相隣る龜裂が進展して互に連絡する時は、壁體の崩壊する原因となり、殊にその附近に開口部の在る場合には相隣る龜裂の連絡も容易であり壁體の崩壊も簡単に

惹起せられることとなる(第80圖 b)。而してこの現象は、壁厚に比して壁長の大なる場合、窓上或は窓下の壁幅の小なる場合に起り易く、又床、屋根の剛性少き時に被害は殊に大である、斯る壁體の龜裂崩壊の現象は上層の方に於て甚だしいのが普通である。

(3) 壁體は屢々剪斷せられて斜に龜裂を生ずることがある(第81圖)。

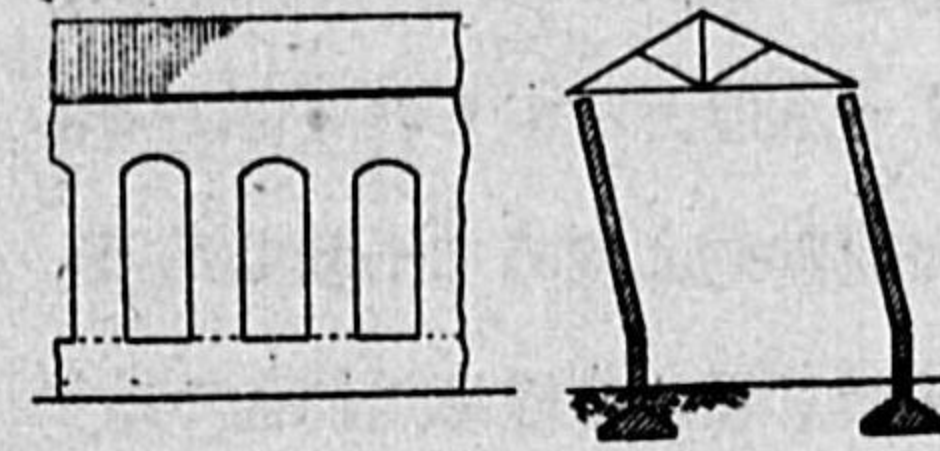


第81圖

即ち壁體に平行な震動によつて下層壁體に目地に沿つて段形に龜裂を起すのである。前記の曲げの作用による破壊に比する時はその數尠いが、床、屋根等が相當剛なる場合と雖も尙屢々現はれる。殊に壁體の開口部大なるか、モルタル甚だしく粗悪なる時に著しい。

(4) 壁體は時に倒潰する場合がある。

即ち片持梁の如き状態に直立する壁體がその面に直角方向に地震の作用を受ける場合には、下方の曲げモーメント大なる箇所にて水平の龜裂を生じ易い(第82圖)。斯くして小なる地震に於ても煉瓦塼の倒潰する例は甚だ多い、又平家建に於て高さに比して長い壁體は地面に近き箇所に水平龜裂を生じ、前述の曲げによる鉛直方向の龜裂と



第82圖

連絡して倒潰する例も亦尠くない。

これを要するに煉瓦造の破壊は木造の如く傾き又は倒れるのではなく一般に局部的破壊の集合による崩壊である。

上記の如き煉瓦造建物の被害を避ける爲めには、壁厚を大きくし、特殊の補強を施し或は計畫を變更する等の手段がある。然しこれ等自身には自ら限度があるから、煉瓦造の耐震度<sup>1)</sup>を自由に高めることは望み得ないことであつて、その規模によつては煉瓦造では遂に不可能となることもある。斯る場合には鐵骨構造か又は鐵筋コンクリート構造に據るより外に途はない。

以下第1節に於ては構造計畫と構造方法とにつき耐震上の注意を列擧し、第2節に於ては材料及び施工上の注意を述べる。

### 第1節 構造上の注意

#### 1. 構造の方針

煉瓦造建物を地震に對して安全ならしむる爲めには

- (1) 高さの餘り高くないこと、
- (2) 壁長の餘り長くないこと(殊に床、屋根が木造の場合)、
- (3) 開口の餘り大きくないこと、

等が必要である。煉瓦造建物の耐震構造は如上の根本方針に基づいて進めらるべきである。

1) 耐へ得る震度を謂ふ。

煉瓦造建物の床及び屋根の構造はこれを木造（屋根トラス，床梁が鐵骨の場合も含む）となすものと，鐵筋コンクリート造となすものがある。鐵筋コンクリート造でないものは既述の様に耐震的に極めて不利である。我國に於て壁頂には必ず鐵筋コンクリート臥梁を設くる様強制してゐる（市街地建築物法施行規則第62條）のは壁體の水平の曲げ作用に對する抵抗力を與へんとする意圖に基づくものである。鐵筋コンクリート造の床及び屋根はこの抵抗力充分であり，更に耐震的であるので小規模のものを除き一般に床及び屋根はこれを鐵筋コンクリート造となすことが望ましいのである。

計畫に當つては又敷地の選定並に地盤等に關する注意が必要であるが，これ等に就ては總則に詳述されてゐるので爰に重複は避ける。

## 2. 計畫一般

**概要** 設計に當つては先づ建物自身の形態が平面的にも亦立體的にも充分耐震上の趣旨に適ふ様に考慮することが肝要である（總則第2節「平面及び立面計畫」参照）。平面の外形は簡單で纏りの良いものが耐震的なることは言ふ迄もない。而して各室の大きさは出來得る限り小なる方が有利である。

階數は成るべく2階建程度に止め度い。3層以上となれば煉瓦造家屋を安心し得べき程度に耐震的ならしめることは容易でない。市街地建築物法施行令第5條に軒高9m以下と制限してゐるのはこの趣旨からである。

**開口部** 開口部は成るべく小なる方がよい。その幅大なる時は壁體の剪斷強さを減ずるのみならず，時としてその上階の床梁が開口部の上にかゝることゝもなつて不利である。又開口部の高さは最上層にあつては開口部と壁頂の間，下層にあつては上下の開口部の間に充分の餘地を存する程度

に限定すべきである。床，屋根等が木造の場合に殊にその必要がある。開口部を壁の隅に餘り近く設けることは好ましくない。

**突出物その他** 屋上煙突，切妻壁，塔，軒蛇腹，張出椽等水平鉛直の突出物は總説で述べた如く，それ自身破壊し易いのみならず他の破壊を誘發するから設けぬ方がよい（本節6参照）。

アーケード，コロネードの類は最も損害を受け易きものゝ一つであるのみならず，屢々他の破壊を誘發するから避ける方がよい。止むを得ず設ける場合には充分に補強すべきである。

## 3. 壁體

**概要** 煉瓦造建物の耐震度は主として壁體の強度によつて定まるものである。壁體の強度は壁厚，壁幅，壁長，開口部の大きさ及びその位置等その他，材料の品質施工の良否に支配される。よつて壁體に就てはその計畫構造共に細心の注意が必要である。

**壁の厚さと長さ** 床及び屋根が木造なる時の煉瓦壁體の破壊は曩に述べた如く最も多くの場合に於て，水平の曲げの作用による。この場合の壁體の耐震度は凡そ壁長さの2乗に反比例し壁厚の1乗に正比例する。故に壁厚を増せば壁體の耐震強度は自ら増大するが，間仕切壁を多くして壁長を減ずれば，その効果は一層大となる。

床及び屋根が鐵筋コンクリート造なる時は，上記の如き破壊作用は著しく減少するが故に，壁體の耐震強度を低下せしめることなく壁長を相當大にすることが出来る。

**層による壁厚の變化** 壁に平行方向の振動による剪斷力は下層程大であるから，下層程壁厚を大となすべきであり，又鉛直荷重の影響を考慮すれば矢張下層を厚くする必要がある。



然し床及び屋根が木造である場合の最も破壊作用を遅しくする水平方向の壁体の曲げ作用に対しては、壁厚は層の上下を問はず同一でよく壁頂の臥梁が貧弱な場合には周縁条件よりすれば寧ろ上層の方の厚いことが望ましい場合もある。これ等を併せ考ふれば一般に2階建に於ては壁厚を層によつて變化せしめる必要はない。床及び屋根が鉄筋コンクリート造なる時は壁体の水平方向の曲げによる破壊は起り難いから上層の壁を薄くしてもよい場合もある。

**壁厚の最小限** 以上を綜合して煉瓦造壁体の厚の最小限その他の標準を述べると次の如くである。

- (1) 壁厚は 30 cm 以上(市街地建築物法施行規則第 60 條)とし、壁長 6 m 以上の場合には厚さ 40 cm 以上(市街地建築物法施行規則第 63 條)となす。但し間仕切壁の場合にはその厚さ 20 cm (市街地建築物法施行規則第 64 條)だけ減ずることを得る。
- (2) 壁長は 9 m を超過してはならない。但し止むを得ず長さを大とする場合には厚を更に大とする(市街地建築物法施行規則第 61 條)。
- (3) 窓、出入口等の開口部の幅の總和が壁長の 2 分の 1 を超過するが如き場合には壁厚を更に大とし、約 10 cm を増す必要がある(市街地建築物法施行規則第 65 條)。
- (4) 床及び屋根が鉄筋コンクリート造の場合には前諸項の厚さを約 10 cm 減ずることが出来る(市街地建築物法施行規則第 66 條)。

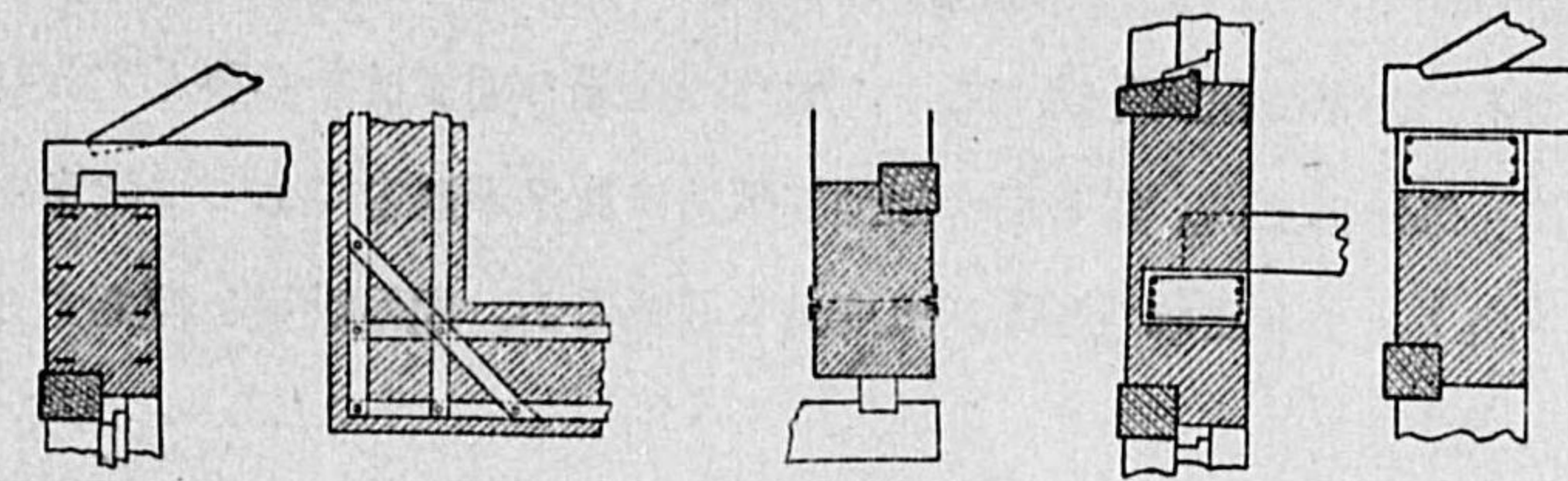
#### 4. 壁體補強

**概要** 壁長、壁厚、窓幅、窓高等と地震の震度との關係によつては壁厚は屢々大きくしなければならぬ場合が起り、又は煉瓦造では遂に不可能となる場合もある。

これ等の缺點に対する根本的の救済は鐵骨構造か又は鐵筋コンクリート構造に俟つより他に途はない。

然しながら或る程度迄は煉瓦積に大なる變更を及ぼすことなく、これを補強し得る。即ち一部に鐵骨又は鐵筋コンクリートを混用することである。

**水平の曲げに対する補強** 水平の曲げに対して壁厚の不足する場合、そ



第 83 圖

第 84 圖

第 85 圖

の部分の壁體中に形鋼又は平鐵を埋込み(第 83 圖)、又は形鋼を以て外からこれを縛る(第 84 圖)ことによつて、壁體の曲げ強度を増加することが出来る。

又その部分に鐵筋コンクリートの臥梁を用ひること(第 85 圖)は尙一層有效なる方法であり、この補強には次の如き利點がある。

- (1) 壁の各所にわたつて完全に連続的であること。
- (2) 煉瓦積と略合體し得ること。
- (3) 補強鐵材の如く腐蝕の憂ひなきこと。
- (4) 廉價にして有効に配置し得ること。

鐵筋コンクリートの臥梁を用ひる補強法は屋根及び床を鐵筋コンクリート版とした場合に次いで容易に耐震的ならしめ得るのであるから、屋根及び床を木造とした場合には必ずこの補強法を用ひるべきである。

**剪斷力に対する補強** 室大ならず高さ高からず開口の幅小にして且つ壁

厚施工等普通のものでは、剪断力が壁體破壊の原因となることは殆んどない。従つて剪断力に對して壁を補強しなければならない事は極く稀である。

併し事情これに反する時は斜龜裂の虞れがあるから、開口幅を小にし壁厚を大ならしめ材料施工を向上せしめて剪断強度の増大を計らねばならぬ。而も尙剪断力が強度を超過する場合には横目地に平鐵を敷き縦に丸鋼を通ずるが如き補強法を講ずるも、徒らに多量の補強材を必要とするのみで効果を擧げ得ない。斯る場合は煉瓦構造は最早不適當であつて姑息な補強法を講ずるよりは寧ろ根本的に構造を改めるか、規模計畫を變更すべきである。

**鉛直壁の曲げに對する補強** 鉛直の曲げに對し強度の不足する場合には壁厚を増し控壁を設け或は縦に丸鋼を挿入する等の補強方法がある。

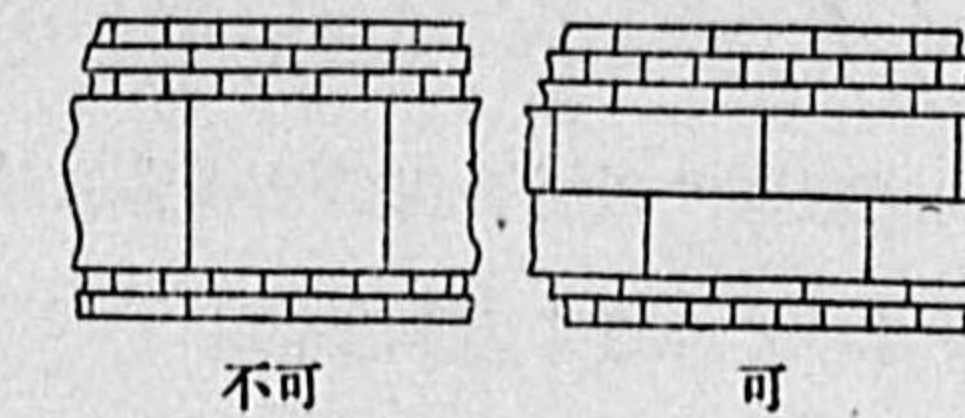
**開口部の補強** 上下の開口部間の壁の高さが小なる場合（例へば 60 cm 以下）には鐵骨或は鐵筋コンクリートの臥梁を用ひ補強する必要がある（市街地建築物法施行規則第 69 條）。

### 5. 石材混用

**概要** 煉瓦造建物に石材を混用することは最も普通に行はれることであるが、これは長大なる芋目地を澤山作ることゝ等しい結果となる爲め煉瓦壁體の強度を著しく低下せしめる場合があり、又壁體の強度は石裏の煉瓦の厚さのみに依頼しなければならない様な危険な場合もあるのであるから、腰石の如く下部に於けるものを除きなるべくこれを使用しない方がよい。

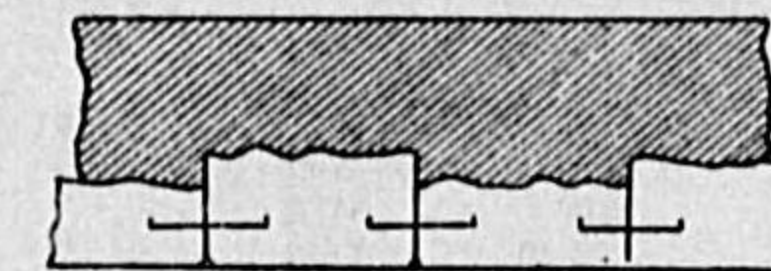
**帶石** 帶石を建物の上層に使用する場合は甚大の注意が必要であつて、下記諸點は特に留意すべきである。

(1) 石のせい高き時はこれを數段に分つこと（第 86 圖）

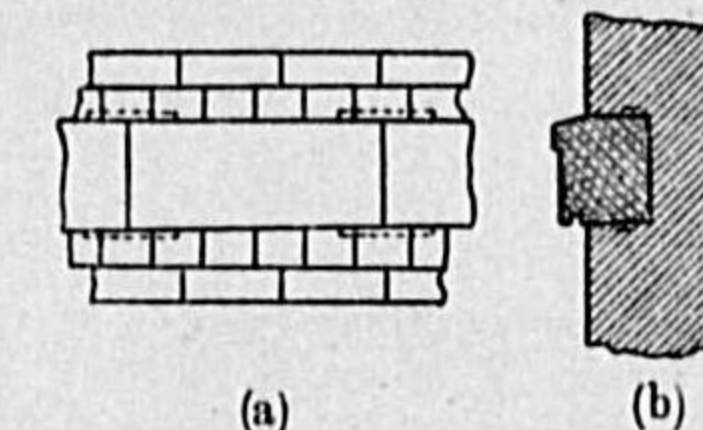


第 86 圖

(2) 一本置きに必ず裏積に積込むこと（第 87 圖）



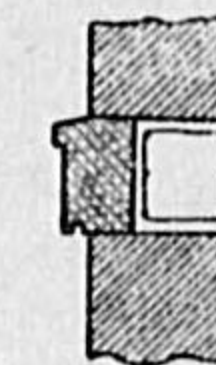
第 87 圖



第 88 圖

(3) 石材は必ず長さに沿うて水平に相互に連結すること

この手法は色々に考案することが出来るが、普通に用ひられるものは錠を上下に用ひたもの（第 88 圖 a）、平鐵を上下に敷いたもの（第 88 圖 b）等である。

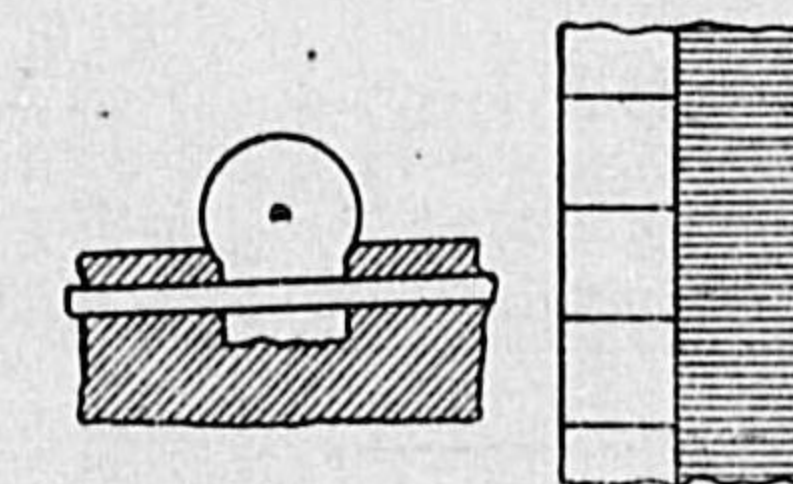


第 89 圖

(4) 石材の裏に沿うて鐵筋コンクリートの臥梁を設けること（第 89 圖）

この手法は(3)の手法よりも更に望ましい。

**隅石及び柱形** 石材の混用に於て最も危険なるは隅石及び石の柱形である（第 90 圖）。特に隅に於て石の柱形を用ひる時は最も龜裂の起り易き長大の芋目地を作ることゝなり、構造の原則に反する結果となる。これ等は如何に補強するとも強度を煉瓦積と等しくすることは



第 90 圖

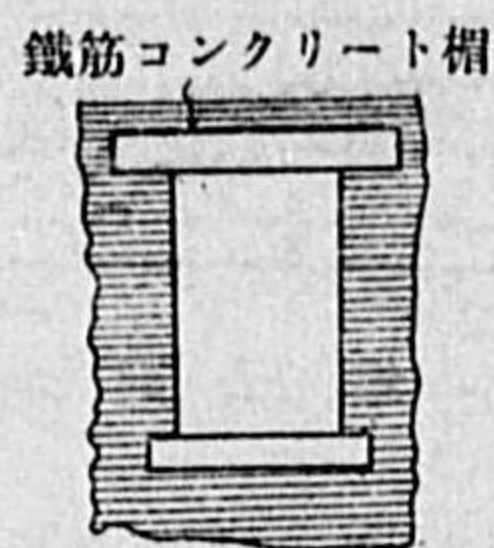
困難であり、意匠上若し強ひてこれを置くの已むを得ざる時は構造の根本を變更すべきである。

**開口部** 開口部の楣或は窓臺に石材を用ひる場合には、そのせいは荷重に耐へ得る範圍に於てなるべく小なる方がよい。

又開口上部のアーチは非常に龜裂を生じ易く、殊に石材のアーチは容易に滑り又は墜落し易いから迫石は鐵物を用ひて四圍の壁體に緊結して置かねばならない(第91圖)。



第 91 圖



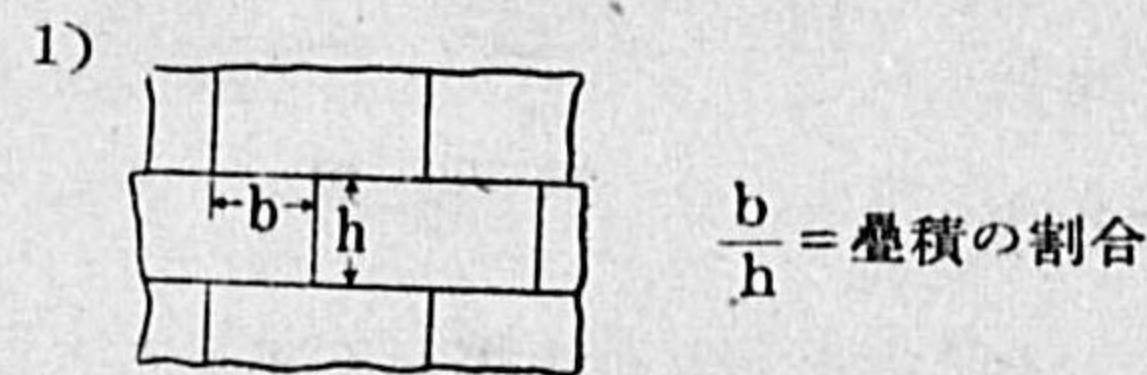
第 92 圖

開口の裏には力迫持又は木の力楣を用ひるよりも鉄筋コンクリートの楣を用ひ、なるべく長く兩側に延長する方がよい(第92圖)。

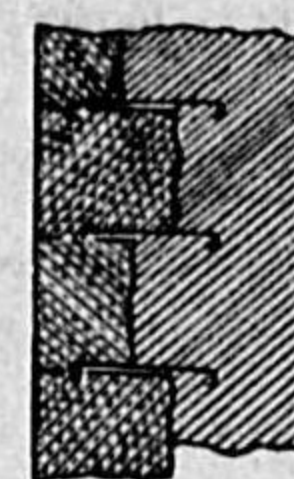
**石材表装** 石材は煉瓦に比して重量大なる爲め煉瓦のみの場合より固定荷重大となり壁厚はそれだけ大きくなければならない。

使用石材は勿論煉瓦以上の強度を有するものであるべく又据付用モルタルは煉瓦積用より良質のものとせねばならぬ、且つ疊積の割合<sup>1)</sup>は必ず煉瓦積のそれよりも大となす様注意すべきである。

斯くしても石材裏には芋繼ぎの直面を生じ、石材と煉瓦との間には弾性



の違ひその他種々の不利が伴ひ煉瓦積のみのものに比して耐震的には劣ることとなるから、石材と裏積煉瓦とはなるべくこれを合體せしむべき手法を講ずることが必要である。



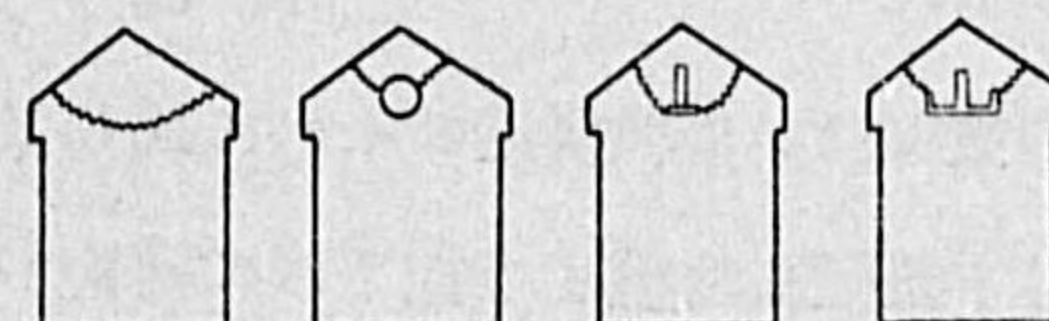
第 93 圖

その爲には石材はなるべく1本置きに裏積煉瓦中に積込み裏積と凸凹交互せしめ、石材相互並に石材と煉瓦との間には繋金物を使用すべきである(第93圖)。

石材自身の厚さは引鐵物使用に便なる範圍に於てなるべく薄い方がよい。

6. 切妻壁、煖爐用煙突その他

**切妻壁、扶欄、扶壁** 切妻壁の破壊は他の壁體よりは容易であつて、その例は甚だ多い(第94圖)。切妻壁は震度大なる高所にあり往々窓を有

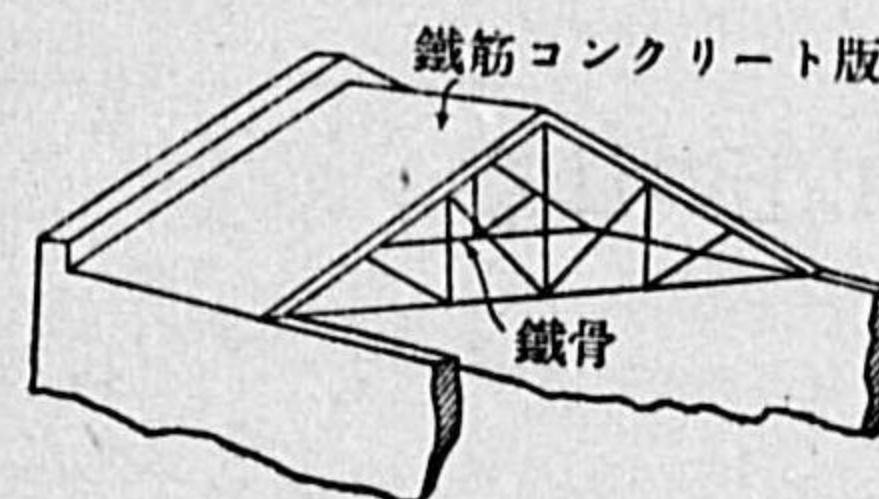


第 94 圖

し、殊に壁の背後には歪み易き小屋組があつてこれが壁に對して震力増加の原因となり、頂部はこれを支持すべきものなく殆んど自由

端に近く、爲めに甚だ脆弱なものとなるのである。

扶欄、扶壁に就ても亦同様である。市街地建築物法施行規則第78條に切妻壁又は高さ90cm以上の扶欄扶壁を煉瓦造又は石造となすことを禁止してゐるのはこの理由による。



第 95 圖

但し小屋組相互の結束を充分にして小屋組の變形を防止する方法を採り、これと切妻壁の連結を充分になせるものは相當の耐震度を持たしめ得るからこの限りではない。その手法としては、妻に接す

る小屋組2個を鐵骨と爲し屋根を鐵筋コンクリート版となすことが最も有効である(第95圖)(市街建築物法施行規則第78條但書参照)。

**煖爐用煙突** 煉瓦造家屋の屋上に突出する煉瓦造煙突の類は高所にあるが爲め大なる震力の作用を受けて容易に破壊し、墜落して危害を及ぼす例甚だ多い。屋上より高さ低きものを除き突出部はこれを鐵製となすべきである。

**その他の突出部** 軒蛇腹、張出椽、塔等突出部は煖爐用煙突と同様、壁體と完全に合體するにあらざればこれを耐震的ならしめること困難なものであるから寧ろ設けない方がよい。強ひてこれを設くる場合には鐵筋コンクリート或は鐵骨を以て適當に補強せねばならぬ(市街地建築物法施行規則第81條参照)。

## 7. 基礎

煉瓦造建物の基礎の不同沈下による被害は、他種構造のそれに比して特に著しきものがある。従つて基礎は必ず堅硬な地盤まで掘下げて構築するか、深所迄土質軟弱なときは堅地盤まで杭打地業を施すこととして、絶対に基礎の不同沈下を起さざるやう計畫すべきである。

煉瓦造建物は堅硬な地盤よりも、軟弱な地盤に設ける方が良いとする説もあるが、これに就ては總則第2節3に述べた如く必ずしも當を得たものではない。

## 第2節 材料及び施工上の注意

### 1. 概説

煉瓦造建物の耐震度を支配する重要事項は壁體の引張並に剪斷の強度で

ある。而して煉瓦壁體の引張並に剪斷の強度はモルタルと施工とが粗悪なる間は假令煉瓦の強度高くとも、モルタルと施工との良否のみによつて定まる。モルタルと施工とが或る程度に優良なるに至つて始めて煉瓦自身の引張強度にも關係を生ずる。斯くの如く使用煉瓦とモルタル及び施工の間には凡そ一定の適合があるから、設計に際してはこの3者の關係により優良なる品質の煉瓦を用ひると同時に、これに對應する優良なるモルタルを用ひ、且つ施工の入念を期すべきである。

### 2. 煉瓦

構造用の煉瓦としては、堅硬にして吸水率の小なる方がよい。粘土及び砂を使用し窯を用ひて堅硬に焼成された所謂「普通煉瓦」はこの目的に適ふものである。

成形の際ワイヤカット法による製品は表面縮緬狀を呈しモルタルの附着良好なる爲め構造用としては最もよい。

成形の際壓搾法による製品は形狀正確で緻密な爲め表積のみに使用さるべきでモルタルの附着は稍悪いから構造用としては前者より劣る。

### 3. モルタル

モルタルの強度は煉瓦積強度に著しい影響を及ぼすものである。モルタルの強度に及ぼすセメント及び砂の品質、調合、煉方、養生等の影響は一般にコンクリート工事に於ける場合と同様であるから爰に詳説はしないが、特に煉瓦積の場合の調合は普通の箇所には容積比で1:3以上の富調合を用ひることが絶対に必要である。更に水分の多い土地の地下や特に強度を必要とする場所の煉瓦積並に石積には1:2程度のものを用ひねばならぬこともある。

石灰入モルタルを用ひることは煉瓦の附着力が著しく劣るのみならず水

に溶解して效力を減ずるの虞れもあるから、低い壁壁その他軽微な構造の外には使用してはならぬ。

#### 4. 施工

煉瓦は使用前にこれを洗滌し充分水潤しをなし、積み始めの敷面をよく水で洗つてから煉瓦積に着手すべきである。これらは凡てモルタルと煉瓦の附着を良好ならしめ、モルタル強度を充分に發揮せしめんが爲めである。

煉瓦積には敷トロ、差トロ及び注トロを充分入念に行ひ特に堅目地に注意して空目地が出来ない様にする事が肝要である。積方には空積、芋積はこれを絶対に避けねばならぬ。

煉瓦積1日の高さは凡そ1m以内とし全建物を通じて成るべく一様な高さに積上げることが大切であつて、不平均に積上げるとは基礎に不同沈下を起す原因ともなるから避けねばならぬ。

1日の積み終りの所は段逃げとし煉瓦積の上面は早速礎などを以て養生すべきである。

#### 参 考 文 献\*

- 佐野利器 家屋耐震構造論, 震報, 第83号甲乙  
 辰野金吾, 片山東熊, 中村達太郎, 曾禰達藏 東京附近地震被害建物等調査に  
 關する報告, 震報, 第5号 P.13  
 眞野文二 東京附近地震被害工場烟突調査に關する報告, 震報, 第5号  
 辰野金吾, 片山東熊, 中村達太郎, 曾禰達藏 (塚本靖, 野口孫市, 山崎定信  
 等調査) 東京地震被害建物實況調査報告, 震報, 第7号 P. 31  
 吉見鎮之助, 田邊朔郎 煉瓦接合試験成績第一回及同第二回報告, 震報, 第10  
 号

\* 略稱につきては第1章(P.81)参照。

- 吉見鎮之助, 前澤初治, 田邊朔郎 煉瓦接合強弱試験成績第三回報告, 震報,  
 第12号 P. 5  
 眞野文二 工場烟突調査に關する報告, 震報, 第14号  
 中村達太郎 印度震災地巡廻報告, 震報, 第22号 P. 3  
 佐野利器 臺灣震災調査報告, 震報, 第51号  
 同 臺灣と地震, 建雜(明38.2) P. 113  
 曾禰達藏 廣島愛媛二縣下震災建築物調査報告, 震報, 第53号 P. 39  
 今村明恒 明治44年の喜界島地震, 震報, 第77号 P. 88  
 佐藤好 煉瓦造被害調査報告, 震報, 第100号丙上 P. 55  
 同 煉瓦建築の震害, 建雜(大13.1) P. 525  
 内田祥三, 伊豫田貢 煉瓦造數個被害調査報告, 震報, 第100号丙上 P. 169  
 田邊朔郎 (吉見鎮之助, 前澤初治調査) 煉瓦接合強弱試験成績第4回  
 報告, 震報, 第23号 P. 1  
 大森房吉 煉瓦柱破壊及び柱狀物體轉倒に關する調査(人為地震試験報  
 告), 震報, 第28号 P. 4  
 佐野利器 煉瓦壁の抗張強度(殊に疊積抗張強度に就て), 震報, 第74  
 号 P. 33  
 同 煉瓦壁の抗折力並に楣に及ぼす壓力に就て, 建雜(明37.  
 10) P. 534  
 同 煉瓦壁の抗張強度, 建雜(明44.2) P. 73

出文協承認 第 460267 號

4000 部

昭和十八年三月一日印刷

昭和十八年三月十七日第一刷發行

建築物耐震構造要項

定價 貳圓七拾錢 ㊦

編者 日本學術振興會  
代表者 佐野利器

發行者 岩波茂雄  
東京市神田區一ツ橋二丁目三番地

印刷者 嶋富士雄  
東京市神田區美土代町十六番地

東京市神田區一ツ橋二丁目三番地

發行所 岩波書店

電話九段(33)187番(4)  
振替口座東京26240番

會員番號102037號

三秀舎印刷(東東35) 田中製本

小店の出版物に就ては永久に責任を負ひ度く存じます  
から落丁・亂丁等の場合は直接小店へ御申出下さい。

配給元 東京市神田區 日本出版配給株式會社  
淡路町二丁目九番地

524. 91-N77ウ



1200500745307

524.91

77

終